Preis 3 kr. (№ 10.) oder 1 Ngr.

Wochenbände

für das

geistige und materielle Wohl

des

deutschen Volkes.

Herausgegeben

von der

Gesellschaft zur Verbreitung guter und wohlfeiler Bücher.

Mit einer Menge von Abbildungen.

Die Geologie

in fünf Theilen.

I.

Stuttgart, 1846.

Expedition der Wochenbände.

Die

Geologie

zum

Selbst- und Schulunterricht

von

David Page.

*

Aus dem Englischen

von

Dr. Franz Kottenkamp.

Mit vielen Abbildungen.

Stuttgart:

Expedition der Wochenbände.

1846.

Druck von Scheible, Rieger & Sattler in Stuttgart.

Vorrede.

Die Geologie hat zu ihrem Zwecke die Beschreibung des Materials der Erdrinde, der Anordnungsweise desselben und der Ursachen, welche sie bewirkten; sie wird dadurch eine der interessantesten und wichtigsten Naturwissenschaften. Sie ist interessant, weil sie die fortschreitenden Zustände der Erde von den entferntesten Perioden an darstellt, und den Charakter der Pflanzen und Thiere enthüllt, welche nach einander die Oberfläche schmückten und bevölkerten; sie ist wichtig, da sie die Lage der Metalle und Mineralien angibt, wovon Künste und Manufakturen durchaus abhängen. So werthvoll diese Darlegungen auch sind, so ist die Geologie noch neu; erst während des gegenwärtigen Jahrhunderts sind Thatsachen genau gesammelt und frühere abgeschmackte Meinungen über den Ursprung der Erde verworfen worden. War jedoch diese Kenntniß den Menschen lange verborgen, so hat auch keine Wissenschaft so schnelle Bearbeitung, Vervollständigung und Verbreitung erlangt, und keine andere hat auch so schnellen praktischen Nutzen geäußert. Folgende Schrift zeigt die Uebersicht der Wissenschaft in deren gegenwärtigem Standpunkt.

Die Hauptsachen sind so einfach wie möglich angegeben worden. Technische Ausdrücke wurden nicht ganz vermieden, aber nur allmählig und erst nach der Erklärung angewandt. Eine gleichförmige Anordnung des Vorhandenen ist erstrebt worden. Theoretische Untersuchungen wurden so viel wie möglich vermieden; die einfache Angabe der Thatsachen ist zu dem Zweck dargeboten worden, daß die Schrift zum Selbst- und Schulunterricht sich eignet.

Geologie.

Zwecke der Geologie.

1. Geologie ist die Wissenschaft von den Materialien der Erdrinde, von deren Anordnung und von den Ursachen, welche letztere hervorgebracht zu haben scheinen.

2. Die Erdrinde ist die äußere Schale oder Decke festen Stoffes, welche der Erforschung des Menschen zugänglich ist. Die höchsten Berge erheben sich nicht fünf englische Meilen über die Meeresfläche und die tiefsten Gruben reichen nur auf ein Drittel einer Meile, so daß wir, wenn wir vollkommen mit dem ganzen Raum zwischen der Spitze des höchsten Berges und dem Boden der tiefsten Grube bekannt wären, dennoch nur einen höchst unbedeutenden Bruch der Entfernung zwischen der Oberfläche und dem Mittelpunkt der Erde (an 4000 Meilen) haben würden. So dünn wie die Rinde erscheint, zeigt sie dennoch zahllose Gegenstände der Nachforschung; daher die Menge der Gegenstände in dieser Wissenschaft, welche in Betreff der Wichtigkeit als zunächst auf die Astronomie folgend angenommen wird.

3. Die Materialen, welche die Rinde der Erde bilden, sind sehr verschieden, z. B. ein Theil ist mit Sand, ein anderer mit Thon, ein dritter mit Kies bedeckt. Wie und woraus ist dieses Material gebildet und wodurch in diese jetzige Lage gebracht worden? Man findet ferner Muscheln und Knochen in Sand und Thon, Pflanzen und Bäume in Steinkohlen. Wie wurden diese Trümmer hier begraben und sind sie den jetzigen Thieren und Pflanzen ähnlich? Graben wir in Sand, Kies oder Thon, so kommen wir auf Gestein in Schichten oder Massen. Einiges ist hart und glänzend, anderes weich und erdartig; das meiste ist in Farbe verschieden. Manches ist auch im Stoff verschieden, z. B. Sandstein, Kalkstein u. s. w. Wie war dies Gestein

gebildet und wie erhielt es seine Lage? Denn so verschiedenes Gestein mußte unter verschiedenen Umständen entstehen. Wir finden Versteinerungen von Muscheln, Fischen, Knochen und Pflanzen in diesem Gestein und verschiedenes Gestein enthält verschiedene Arten dieser Ueberbleibsel. Wie wurden diese dort eingehüllt? Sind sie den jetzigen Muscheln, Fischen und Pflanzen ähnlich? Lebten und wuchsen sie im Meer? Im süßen Wasser oder auf trocknem Land? Solche Fragen beachtet der Geolog und hält dabei ähnliche jetzige Veränderungen auf der Oberfläche im Auge, indem er deren Verhältniß zu früherem Wechsel zu entdecken sucht.

4. Die Ursachen, welche die Rinde der Erde verändern, sind sehr zahlreich und in Kraft wie in Wirkung sehr verschieden. Gegenwärtig finden wir, daß Flüsse Stoffe, Schlamm, Sand und Kies hinabführen und diese an ihren Ufern oder in Seen oder im Meere absetzen — daß diese Absetzungen, Lager oder Schichten von Schlamm, Sand oder Kies bilden, welche bisweilen fest und steinig werden; wenn Pflanzen, Muscheln oder todte Thiere von diesen Flüssen fortgeführt werden, so werden sie in diese Schichten eingehüllt und können im Laufe der Zeit versteinert werden. Regen, Frost, Wind wirkt auf Gestein und läßt es zerbröckeln, so daß der verwitterte Stoff einen neuen Boden der Erdoberfläche bildet oder von Wasserströmen fortgetragen wird. Auch Pflanzen und Thiere verändern die Erdrinde; Pflanzen wachsen und verwittern; sie fügen Stoff zum Boden hinzu oder bilden Anhäufungen in Sümpfen als Torf; Thiere übergeben ihre Reste der Erdoberfläche; einige, wie Muscheln und Korallen, bilden ungeheure Anhäufungen festen Stoffes. Erdbeben zerbrechen die Erdrinde, die sie heben und senken; sie erheben den Boden der See zum festen Lande und versenken festes Land in das Meer. Vulkane zeigen oft ähnliche Wirkungen und werfen flüssige Lava aus, welche abgekühlt zum Gestein wird. Die Wiederholung dieser Entladung bildet Berge.

5. Die angeführten Ursachen wirken hautsächlich auf die Veränderung der Erdrinde gewöhnlich nur wenig und im beschränkten Raum, bisweilen sehr heftig und in großem Raum. Diese Kräfte haben stets mit größerer oder geringerer Gewalt gewirkt und stets entsprechende Ergebnisse erzeugt. In Bezug auf den Sand, Kies oder Thon, der fern von Gewässern liegt, und in Bezug auf verschiedenes Gestein, welches sich in großen Tiefen vorfindet, entdeckt die Geologie, ob man sie der Wirkung ähnlicher aber größerer

Kräfte, wie die angegebenen zuschreiben muß und ob die darin versteinerten Pflanzen und Thiere zu denselben Familien wie die gegenwärtigen gehören. Existirten sie, wenn dies der Fall ist, unter ähnlichen Umständen? Wo nicht, welches waren die Bedingungen der Erde, in welchen sie lebten?

6. Zur Lösung solcher zahlreichen Aufgaben der Geologie wird eine mannigfache Untersuchung und Kenntniß erheischt. Um über die Anhäufung und Lagen mancher Massen von Gestein zu urtheilen muß der Geolog die Grundsätze der Mechanik kennen. Um deren Zusammensetzung und Bildung zu behandeln, muß er die Hülfe der Chemie in Anspruch nehmen; um die Ueberbleibsel von Pflanzen und Thieren zu beschreiben und einzutheilen, muß er Botanik und Zoologie verstehen. Im Allgemeinen gibt es sehr viele Aufgaben, für deren Lösung die Hülfe fast jeden Zweiges der Naturwissenschaften erforderlich ist. So mannigfache Kenntnisse sind den meisten unzugänglich; deßhalb ist die Geologie in verschiedene Theile gesondert, die zwar mit einander zusammenhängen, aber sich doch als besondere Wissenschaften behandeln lassen. Diese sind physische Geographie, welche sich auf die Bildung der Oberfläche der Erde zu Land und Wasser, Bergen und Thälern und ähnlichen äußeren Formen beschränkt. Mineralogie, welche über Krystalle oder Mineralien handelt, aus welchen die Massen des Gesteins bestehen, und Oryctologie oder Paläontologie, welche allein die fossilen Pflanzen und Thiere behandelt, die man in der Erdrinde entdeckt.

7. Abstrakte oder spekulative Geologie begreift alle diese Zweige und würde, wäre sie vollkommen, eine Geschichte der Erdkugel von ihrem Ursprung an, und deren Bildung durch allen Wechsel bis jetzt darbieten, indem sie dem äußeren Anscheine nach Pflanzen und Thiere in den auf einander folgenden Perioden beschriebe; bis jetzt aber bildet die Geologie nur eine Bestrebung zu dieser Kenntniß zu gelangen. Betrachten wir die Schwierigkeiten, die sich bei der Erforschung der Geschichte eines Volkes in nur wenigen Jahrhunderten bieten, so können wir nicht über den geringen Fortschritt erstaunen, den die Geologen hinsichtlich der Geschichte der Erde in Jahrtausenden gemacht haben. Die Darstellung der Geschichte eines Volkes nach geschriebenen Berichten ist verhältnißmäßig leicht; fehlen diese, so müssen wir die Ruinen seiner Städte und seiner Denkmäler untersuchen, und über das Volk nach der Größe und Bauart seiner Gebäude und den dort gefundenen Kunstresten urtheilen. Oft ist dies schwierig oder er-

folglos; um so mehr bei der Geschichte der Erde! Allerdings hat man Berichte über geologische Thatsachen, allein diese sind weder bestimmt, noch sehr alt. Wir hören, daß Erdbeben festes Land über das Meer erhoben oder in dasselbe versenkt haben; daß Vulkane Berge bildeten und Städte begruben, wie Herkulanum und Pompeji, daß der Schlamm von Flüssen große Ebenen, wie die Anschwemmungen des Nils und Ganges, bildete; daß Städte, die einst am Meeresufer lagen, jetzt mehre Meilen davon entfernt sind; daß andere, welche einst von der See entfernt waren, durch deren Einbruch jetzt verschwunden sind. Mit Ausnahme weniger Thatsachen, wie diese, besitzen wir keine geschriebene geologische Nachricht; die frühere Geschichte der Erde muß in Kies, Thon und Gestein, welche deren Rinde bilden, hinabsteigen. Von vergangenem Wechsel nach dem Charakter dieser Massen urtheilen und auf die Pflanzen und Thiere, welche früher ihre Oberfläche bevölkerten, nach den versteinerten Resten schließen, welche in den unteren Schichten begraben liegen.

8. Der praktische Nutzen der Geologie ist sehr ausgedehnt. Die für das civilisirte Leben so nothwendigen Metalle werden in der Form von Erzen aus der steinigen Rinde herausgebracht und man findet gewisse Metalle nur in gewissem Gestein und gewissen Lagen. Wie mit Metallen verhält es sich mit Kohlen, Bausteinen und andern Mineralien; die praktische Geologie aber leitet den Bergmann in seiner Aufsuchung dieser werthvollen Metalle und Mineralien und zeigt ihm, in welcher Weise er sie mit dem wenigsten Aufwande erlangen kann. In einem Lande wie England, wo Schienenwege, Kanäle, große Wasserbecken, Tunnels und Häfen fortwährend angelegt werden, sind Folgerungen aus Geologie von höchster Wichtigkeit, um die Gesteinart zu zeigen, durch welche diese Operationen zu führen sind, wie auch die Kraft und Dauerhaftigkeit des Baumaterials festzustellen, welches der Ingenieur und Baumeister gebraucht. Da der Boden in manchen Fällen aus verwittertem Material besteht und durch das poröse oder feste Gefüge des untenliegenden Gesteins, besondere Beschaffenheit erhält, so wird die Bekanntschaft mit den vorherrschenden Eigenheiten der Gesteinbildung auch den Landwirth unterstützen, um die Fruchtbarkeit seines Bodens zu erhöhen. Auch noch anderer praktischer Vortheil ist vorhanden. Dieser aber wird im Verlauf der Darstellung am zweckmäßigsten dargelegt werden.

Geologie, vom Griechischen, Wissenschaft der Erde, Geognosie, Kenntniß der Erde. Letzterer Ausdruck wird mitunter für ersteren gebraucht, indem der erstere nur die unbedingten Thatsachen, der letztere den Inbegriff der Folgerungen und Schlüsse enthält; doch ist der erstere Ausdruck der gewöhnlichste für das Ganze.

Rinde. Äußere und feste Bedeckung eines Körpers, wie Rinde eines Brodes, Eierschale u. s. w. Gewöhnlich ist die Rinde vom innern Theil verschieden; daher unterscheidet man Rinde der Erde vom Innern der Erde, worüber wir keine Kenntniß haben.

Versteinert, Versteinerung (Petrefact nach dem Lateinischen). Wenn eine Muschel, ein Knochen- oder Pflanzenstück von steinigem Stoffe umschlossen, hart und schwer, wie Stein wird, aber seine Form behält, ist es versteinert. Dies geschieht durch Theilchen von steinigem Stoffe, welcher, in die Poren des thierischen oder Pflanzengewebes dringend, sie ausfüllt; z. B. Kalkwasser in die Poren und zwischen die Fasern eines Holzstückes dringend, macht dasselbe zur kalkartigen Versteinerung.

Fossil (vom Lateinischen Ausgegrabenes). Der gewöhnliche Ausdruck für ausgegrabene versteinerte Pflanzen- und Thierreste.

Oryktologie (nach dem Griechischen die Lehre vom Ausgegranen), Paläontologie (die Lehre vom Alten), zwei Ausdrücke für die Wissenschaft von den fossilen Ueberbleibseln. Gegen ersteren Ausdruck machen Einige die Einwendung, er bezeichne auch die gewöhnlichen Mineralien, welche ebenso gut wie jene Reste ausgegraben würden; Andere gegen den zweiten, daß er sich auf alle älteren Wesen beziehe, die gerade nicht ausgegraben zu sein brauchten.

Schicht, geschichtet. Liegt verschiedenes Gestein eines auf dem andern, so bildet jedes einzelne eine Schicht, und heißt geschichtet weil es in Ordnung ausgebreitet scheint. Gestein, welches nicht diese parallele Anordnung hat, ist ungeschichtet.

Allgemeiner Bau und Verhältnisse der Erdkugel.

9. Ehe wir auf die Betrachtung der Stoffe übergehen, welche die äußere Rinde bilden, ist vorher eine Kenntniß des allgemeinen Baues und der Verhältnisse der Erdkugel vor dem Beginn theoretischer Untersuchung nothwendig. Diese sind Gestalt, Dichtigkeit, Temperatur und Bildung der Oberfläche, Vertheilung von Land und Wasser, Beschaffenheit des Meeres, der Atmosphäre und planetarische Verhältnisse.

Gestalt.

10. Die Gestalt der Erde ist beinahe die einer Kugel. Ein Durchmesser von Norden nach Süden heißt der polare, einer von Westen nach Osten der äquatoriale. Wäre die Erde eine vollkommene Kugel, so würden diese Durchmesser dasselbe Maß haben; man hat aber durch genaue Nachforschung gefunden, daß der polare ungefähr um sieben Meilen geringer ist, wie der äquatoriale. Dies gibt eine Abplattung oder Zusammendrückung bei jedem Pol von ungefähr 13¼ Meilen. Die Erde ist also, genau genommen, ein an den Polen flach gedrücktes Sphäroid.

11. Diese Abplattung an den Polen kann man sich künstlich erläutern, wenn man eine Kugel von weichem Material, z. B. erweichten Thon, um einen als Achse hindurch gestoßenen Bratspieß umdreht, worauf eine bauchige Hervorragung an der äußeren Oberfläche stattfinden wird, so daß die Kugel ihre ursprüngliche Form verliert. Diese bauchige Hervorragung tritt durch die sogenannte Centrifugalkraft (vom Mittelpunkt fliehende Kraft) ein und bewirkt einen Unterschied zwischen den beiden Durchmessern der Kugeln, ähnlich denjenigen bei der Erde.

12. Aus dieser sphäroidischen Gestalt, und nach dem was wir von der Wirkung der Centrifugalkraft auf einen Körper von weichem Material wissen, schließt man, daß die Erde in erweichtem Zustande zur Zeit war, als sie ihre jetzige Gestalt annahm. Dies ist offenbar ein höchst wichtiger Gegenstand in der physischen Geschichte unseres Planeten und erheischt deßhalb die genaue Beachtung des Geologen.

Dichtigkeit.

13. Die Dichtigkeit der Erde ist mit beträchtlicher Genauigkeit gemessen worden. Wenn man das am meisten vorherrschende Gestein wiegt, hat man gefunden, daß die feste, daraus bestehende Rinde ungefähr zwei und ein halbmal schwerer ist wie Wasser; aber aus Versuchen der Anziehung von Bergen bekannter Größe, verglichen mit der Anziehung und Größe der Erdkugel, hat man geschlossen, daß die Dichtigkeit der ganzen Masse fünfmal die des Wassers ist. Mit andern Worten, die Erde, wie sie gegenwärtig besteht, ist fünfmal schwerer wie eine Kugel Wasser desselben Umfangs und zweimal schwerer, wie das Gestein an ihrer Oberfläche.

14. Das Innere, oder Centralmaterial der Erde muß

somit nothwendig schwerer sein, wie das Gestein in der Rinde, und man hat oftmals nachgeforscht, welcher Art dieses Material sein mag. Man sagte, Wasser, Luft oder Gestein, wie man es an der Oberfläche kennt, könne die inneren Theile nicht bilden; wirkt nämlich das Gesetz der Schwere einförmig gegen den Mittelpunkt, so würde jedes von diesen Materialien so zusammengedrückt werden, daß es der Erde eine größere mittlere Dichtigkeit ertheilte, wie die Gesetze der Anziehung es erlauben. Wasser z. B. wäre in 372 Meilen Tiefe so schwer wie Quecksilber und Luft so schwer wie Wasser bei 34 Meilen, während die Dichtigkeit des Marmors im Mittelpunkt sich um 119mal vermehren würde! Um diese Voraussetzungen mit der mittleren Dichtigkeit der Erde in Uebereinstimmung zu bringen, d. h. die Gesetze und Schwere der Anziehung auszugleichen, haben Theoretiker gasartige Flüssigkeiten, erhitzte Stoffe, und sogar Licht als das Material des Mittelpunktes angegeben.

15. Abgesehen von allen diesen Vermuthungen läßt sich unsere Kenntniß von der Dichtigkeit und vom innern Bau der Erde in folgender Weise kurz zusammenfassen:

1) Die Dichtigkeit der Gesteinsrinde ist im Durchschnitt 2½mal die des Wassers.

2) Die mittlere Dichtigkeit der ganzen Masse ist 5mal größer wie die des Wassers.

3) Die Theile im Mittelpunkt können nicht aus ähnlichem Material wie die Rinde bestehen, sonst würde ihr Druck gegen den Mittelpunkt so groß werden, daß die mittlere Dichtigkeit der Erde größer wäre wie sie ist.

4) Der Verdichtung der Massen im Mittelpunkt muß ein ausdehnender Einfluß entgegenwirken, z. B. Wärme, oder sie müssen eine Beschaffenheit besitzen, welche von der jeden Stoffes auf der Oberfläche abweicht.

Temperatur.

16. Die Temperatur der Erde ist ein Gegenstand der Betrachtung, welcher auf die Folgerung der Geologen einen bedeutenden Einfluß übt. Erstens gibt er eine Temperatur der Oberfläche, welche die Entwicklung und Vertheilung der Pflanzen und Thiere bedingt; zweitens die Temperatur der Rinde, welche gasartige Ausströmungen, heiße Quellen, mineralische und metallische Umbildungen hervorbringen kann; drittens scheint eine innere oder Centraltemperatur vorhanden zu sein, welche ihren Sitz unter der festen Rinde hat und die Ursache von Vulkanen,

Erdbeben und andern ähnlichen Erscheinungen zu sein scheint.

17. Von der Temperatur der Oberfläche wissen wir, daß sie von Tag zu Tag und von Jahreszeit zu Jahreszeit dem Einfluß der Sonne unterworfen ist; zweitens dem des Breitengrades, indem sie beim Aequator am wärmsten, sich den Polen zu allmählig verändert; drittens dem der Vertheilung von Land und Wasser, indem das Meer plötzlichen Temperaturveränderungen weniger ausgesetzt ist wie das Land; viertens der Natur der Oberfläche, indem Art und Farbe des Stoffes die Sonnenwärme verschieden in sich aufnimmt und beibehält; endlich der Erhebung des Landes über die Fläche des Meeres, indem die höhere Gegend die kältere ist. All dieser Einfluß ist noch gegenwärtig wirksam und äußert sich mehr oder weniger auf die Entwicklung und Vertheilung des thierischen und Pflanzenlebens; in ähnlicher Weise muß er in früheren Perioden stattgefunden haben, obgleich vielleicht gewisse, nicht mehr vorhandene Bedingungen ihn steigerten, oder ihm entgegenwirkten.

18. Die Temperatur der Rinde kann dem Einfluß der Sonnenwärme, der Wärme, welche aus chemischer Wirkung in ihrem Material entsteht, oder der Wärme des Innern unterworfen sein. Während des Sommers wird die Oberfläche von der Sonne erwärmt, und diese Wärme wird auf eine gewisse Tiefe mitgetheilt; im Winter wird dieselbe der umgebenden Atmosphäre je nach der Strenge des Winters wieder abgegeben. Dies abwechselnde Empfangen und Abgeben der Wärme ist vielleicht in besondern Sommern oder Wintern beträchtlich verschieden; in einer Anzahl von Jahren ist es jedoch beinahe bleibend, d. h. der Betrag der empfangenen und abgegebenen Wärme hält sich das Gleichgewicht.

Dieser Lehre gemäß ist die Erde im Sommer in der Nähe der Oberfläche wärmer, wie in kleinen Tiefen, im Winter an der Oberfläche kälter, wie in Tiefen jenseits des Einflusses der eindringenden Kälte.

19. Die Sonnenwärme kann auf die Erde nur bis auf eine beschränkte Tiefe Einfluß üben; dringt sie im Sommer nach unten, so wird sie von der Winterkälte aufgehalten und so auf eine bestimmte Grenze beschränkt. Die Erfahrung hat herausgestellt, daß die Temperatur bei gewisser Tiefe unter der Erdoberfläche stets dieselbe bleibt und keinem Einfluß, welcher auf der Oberfläche wirkt, ausgesetzt ist. Die Tiefe ist nach Art des Mate-

rials der Rinde an gegebenen Orten verschieden, mag dies Material Gestein, Sand oder Wasser sein. Niemals hat man gefunden, daß dies weniger wie sechszig, oder mehr wie hundert Fuß beträgt. Eine Reihe dieser Tiefen von der weißen Linie im beiliegenden Durchschnitt dargestellt, heißt bei Geologen die Schicht unveränderlicher Temperatur.

Fig. 1. Durchschnitt, welcher die Schicht unveränderlicher Temperatur und die Dicke der Erdrinde darstellt.

20. **Geht man über diese Schicht unveränderlicher Temperatur**, dem Mittelpunkte zu, hinaus, so findet man, daß die Temperatur allmählig steigt; ein Umstand, welcher die Aufmerksamkeit von Naturforschern schon vor einem Jahrhundert erregte. D'Aubuisson erneute die Nachforschung und seit der Zeit hat man in den Hauptbergwerken Europa's und Amerika's Beobachtungen angestellt. Die größten Tiefen, wo man Versuche machte, sind 1713 Fuß in Mexiko, 1584 in England und 1300 Fuß in Deutschland; überall fand man eine Vermehrung der Temperatur zur Tiefe. 1827 gab Cordier eine Schrift über diesen interessanten Gegenstand heraus, worin er die Beobachtung Anderer mit den seinigen zusammenstellte; nachdem er die Wärme berücksichtigt hatte, welche durch Ausathmung der Bergleute durch Lampenbrennung und Mittheilung der Atmosphäre erzeugt wird, bildete er folgende Schlüsse: 1) Unter der unveränderlichen Schicht bleibt die Temperatur bei jeder gegegebenen Tiefe Jahre lang stets dieselbe; 2) unter jener unveränderlichen Schicht mehrt sich die Temperatur mit der Tiefe: 3) nach durchschnittlichen Beobachtungen beträgt diese Temperaturvermehrung einen Grad Fahrenheit bei 45 Fuß. Andere haben 60 Fuß für einen Grad angenommen; nimmt

man aber auch diese geringere Schätzung an und steigt die Temperatur in demselben Verhältniß, so finden sich bei einer Tiefe von 160 Meilen 100 Grad von Wedgewoods Pyrometer. 100 Grad Wedgewood ist aber schon genügend, jedes bekannte Gestein flüssig zu machen, so daß die feste Rinde der Erde nur sechszig bis achtzig Meilen betragen kann — ein nur kleiner Bruch der Entfernung der Oberfläche vom Mittelpunkt, gleichsam nur ein dünnes Häutchen.

21. Von der innern oder Centralwärme der Erde, wissen wir nichts durch wirkliche Versuche; wir können aber auf deren Betrag durch die Temperaturvermehrung der festen Rinde in größeren Tiefen und aus dem Vorkommen heißer Quellen, Dunstspalten und Vulkane auf ihren Betrag schließen. Die Erfahrung, daß die Hitze der Erdrinde in größerer Tiefe sich steigert, ist durch Erfahrung bei Bergwerken, bei artesischen Brunnen und bei den Wassern anderer, aus großer Tiefe hervorkommenden Quellen vollkommen bewiesen; mehrt sich diese Temperatur in erwähnter Weise, so müssen die inneren Theile bis zu ungeheurem Grade erhitzt sein, so daß sie wirklich dem erwähnten Gesetz des Zusammendrückens vollkommen entgegenwirken, wodurch aller bekannter Stoff im Mittelpunkt so dicht wäre, daß die mittlere Dichtigkeit der Erde sich damit nicht vertrüge.

22. Berücksichtigt man alle diese Umstände, so scheinen folgende Schlüsse zu verbürgen: 1) die inneren Theile der Erde sind bis zum höchsten Grad erhitzt; 2) diese Hitze ist die offenbare Ursache von Vulkanen, heißen Quellen und andern thermalen Erscheinungen; 3) die feste Rinde erhält einen Theil ihrer Wärme aus dieser Quelle; 4) diese feste Rinde ist theilweise gebildet durch eine ursprünglich glühende Masse; 5) wenn Vulkane, heiße Quellen u. s. w. auf Kosten dieser inneren Hitze stattfinden, so muß die Erdkugel sich allmählig abkühlen; endlich ist wegen der schlechten Wärmeleitung der steinigen Rinde diese allmählige Abkühlung in irgend einer gegebenen Zeit nicht bemerkbar.

Dichtigkeit ist ein nur vergleichsweise gebrauchter Ausdruck; Gold z. B. ist dichter wie Eisen, Eisen wie Granit, Granit wie Sandstein, Sandstein wie Wasser, Wasser wie Gas; ein Cubikzoll jedes dieser Körper wird im Gewicht von dem eines andern verschieden sein. Um eine bestimmtere Vorstellung der Dichtigkeit zu geben, ist Wasser in der Temperatur von 60 Grad als die Einheit des Maßes angenommen worden; bezeichnet man dieses mit 1, so bezeichnet man das Gestein der Erdrinde mit $2\frac{1}{2}$, weil es $2\frac{1}{2}$mal schwerer ist wie Wasser.

Artesische Brunnen. Brunnen, die man senkrecht durch verschiedene Schichten gräbt oder bohrt; der Name von dem Distrikt Artois in Frankreich, wo dies Verfahren zuerst angewandt wurde.

Thermal (vom Griechischen warm), Ausdruck für warme Quellen und Gase, entgegengesetzt dem Feurigen oder Glühenden vulkanischer Erscheinung.

Temperatur der Erde. Die hauptsächlichsten Versuche haben angestellt: d'Aubuisson, Fourier, Cordier, Quetelet, Arago in Frankreich, Deutschland u. s. w. und Sir John Leslie, Fox, Forbes, u. s. w. in Großbritannien, Humboldt in Mexiko u. s. w. Ihre Versuche bieten eine wunderbare Uebereinstimmung und bilden hauptsächlich drei Klassen: 1) die in Mineraladern oder Bergmassen (Granit); 2) die in geschichtetem Gestein (Steinkohlen); 3) die in artesischen Brunnen und anderen, aus großer Tiefe kommenden Quellen.

Bildung der Oberfläche.

23. Die Bildung der Oberfläche der Erde gehört mehr in die physische Geographie wie in die Geologie. Man muß jedoch beobachten, in welcher Weise sie auf die jetzigen geologischen Veränderungen Einfluß übt. Die Oberfläche der Erde ist sehr unregelmäßig, durch Berge, Thäler, Flüsse, Seen u. s. w. Einzelne Theile sind mit Wäldern bedeckt, andere, hoch über den Grenzen des Pflanzen- und Thierlebens, mit ewigem Schnee. Einige Theile sind so hart, daß keine bemerkbare Verwitterung Jahrhunderte lang eintritt; andere so weich und lose, daß jedes Regenschauer einen Theil auf niedrigere Flächen führt. Die Steilheit und Unregelmäßigkeit der Lage übt Einfluß auf das Material der Oberfläche, die Kraft des Fortschwemmens der Ströme hängt von der Schnelligkeit ihres Falles ab. Dies sind bekannte Beispiele des zahlreichen Wechsels in der Bildung der Oberfläche; man braucht nur die zunächstliegende Gegend zu überschauen, um einzusehen, wie viel geologische Resultate von dieser Ursache abhängen. Die ungeheuren Ebenen, die Steppen Nordasiens, die Prairien und Pampas Amerikas müssen in verschiedener Art Einfluß erhalten haben vom Himalayah, den Anden und anderen Bergketten. Regen und Schnee, der Waldströme und Lawinen der Alpen erzeugt, bildet allein Quellen und harmlose Ströme in den Appeninnen; während der langsame Strom durch seinen Schlamm Ebenen im Innern der Länder bildet, trägt der schnelle Strom seine Bürde auf den Boden des Meeres.

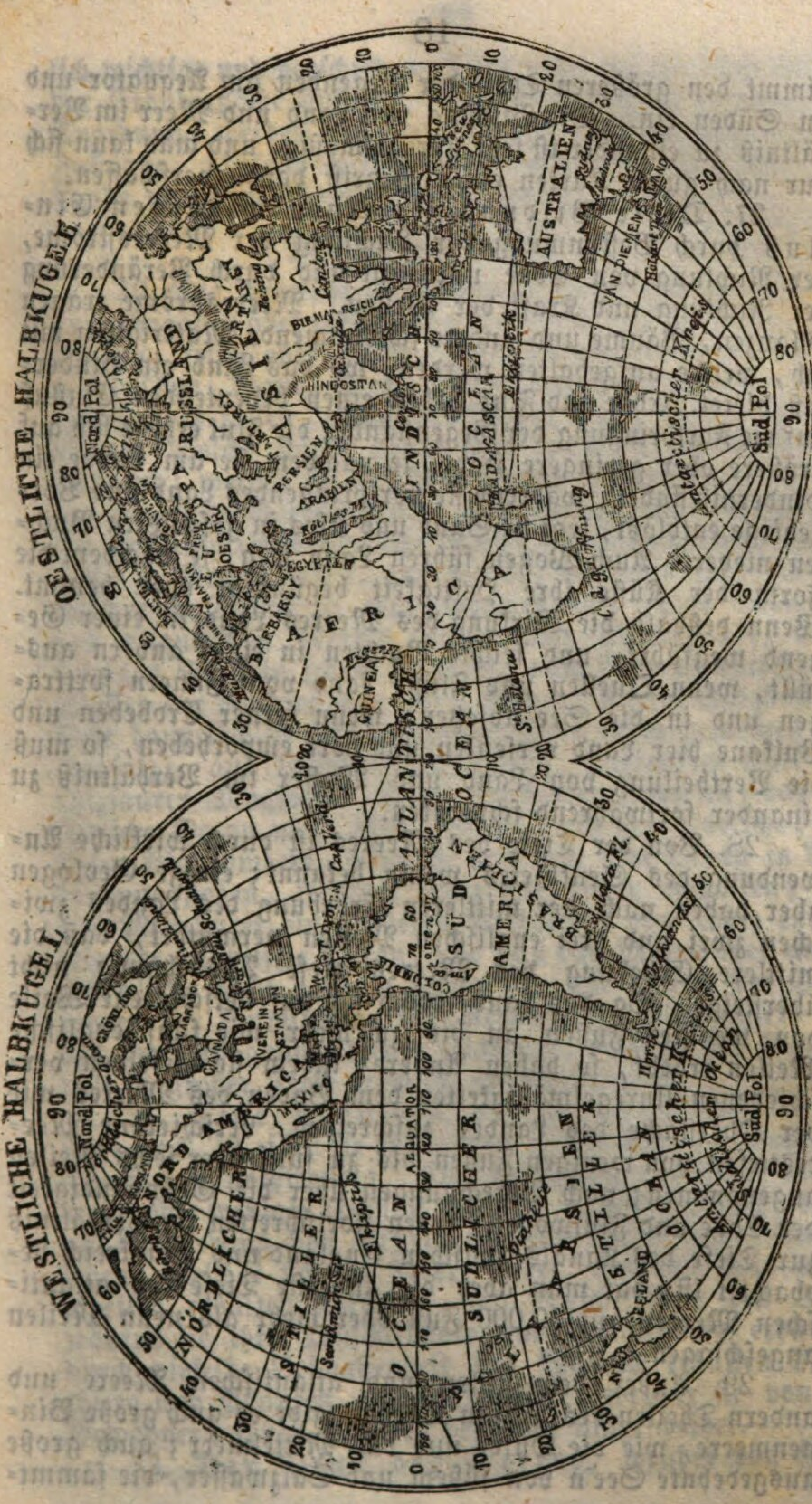
24. Der Umriß der Oberfläche der Erde ist so unregel-

mäßig, daß die physische Geographie sogar bei aller Leichtigkeit neueren Verkehres nur eine sehr allgemeine Beschreibung geben kann; bevor wir die volle Bedeutung dieser Bildung hinsichtlich der geologischen Wirksamkeit schätzen können, müssen wir mehr von den Erhöhungen und Senkungen des Landes und der Natur des so erhobenen und gesenkten Gesteines kennen. Von der Gestaltung der Erdoberfläche in früheren Perioden haben wir keine genaue Kenntniß; wir wissen aber, daß sie auf den damaligen Wechsel bedeutenden Einfluß gehabt hat, von welcher Art auch ihre Gestalt gewesen sein mag, so wie denn auch dieselbe Ursache gegenwärtig fortwirkt.

Vertheilung von Land und Wasser.

25. Die Vertheilung von Land und Wasser, wovon so viele geologische Erscheinungen abhängen, beruht auf dem Grundsatz, daß ein bestimmter Raum zur Erhaltung des Wassers erheischt wird, so lange dieselbe Masse Wasser auf der Erde bleibt. Sind die Erhebungs- und Senkungsunterschiede der festen Rinde klein, mit andern Worten, sind die Höhlungen für Seen und Meere seicht, so muß sich das Wasser über einen großen Raum ausdehnen; sind die Höhlungen tief, so wird das Wasser eine geringere Fläche einnehmen. Diesen Grundsatz muß man in Acht nehmen, denn war früher die Erhebung des Landes weniger allgemein, so mußte das Wasser einen größeren Raum einnehmen, und diese größere Ausdehnung flachen Wassers mußte in verschiedener Weise wirken. Das Klima mußte milder und einförmiger sein; da der ausdünstenden Sonnenkraft eine größere Fläche geboten war, so mußte Regen und atmosphärische Feuchtigkeit mehr vorherrschen. Dieser Umstand mußte wieder auf das thierische und pflanzliche Leben des festen Landes Einfluß üben; das seichte Wasser mußte mehr Leben hervorbringen, da Schalthiere und Wasserpflanzen nur in begrenzter Tiefe am Ufer vorkommen. Wir können über die Vertheilung von Land und Wasser in früheren Perioden der Erde, nur nach der Gestalt der Oberfläche und des geschichteten Gesteines schließen; von der jetzigen Vertheilung haben wir ziemlich genaue Kunde mit Ausnahme der Gegenden an den Polen.

26. Das jetzige Verhältniß zwischen Land und Wasser verhält sich wie 1:3, d. h. zwei Drittel sind dem Wasser zugewiesen. Festes Land bietet verschiedene Lagen, als Inseln und Festland. Der größte Theil des Festlandes liegt aber in der nördlichen Halbkugel; das Wasser


OESTLICHE HALBKUGEL
WESTLICHE HALBKUGEL
ASIEN
AFRICA
AUSTRALIEN
RUSSLAND
HINDOSTAN
PERSIEN
ARABIEN
EGYPTEN
BARBAREY
GUINEA
INDISCHER OCEAN
ATLANTISCHER OCEAN
NORD AMERICA
SÜD AMERICA
MEXICO
CANADA
COLUMBIA
BRASILIEN
NÖRDLICHER STILLER OCEAN
SÜDLICHER STILLER OCEAN
NEU SEELAND
VAN DIEMENS LAND
Nord Pol
Süd Pol

nimmt den größeren Theil der Gegenden am Aequator und im Süden ein. Die Bildung von Land und Meer im Verhältniß zu einander ist sehr unregelmäßig, und man kann sich nur nach guten Karten einen Begriff davon verschaffen.

27. Diese Bildung übt einen wichtigen Einfluß durch Bestimmung der Richtung der Meeresströme, der Richtung von Ebbe und Flut und durch Veränderung der Richtung und Kraft der Wellen. Meeresströme tragen Pflanzen, Bäume und andere schwimmende Materialien mit sich, welche aufgehalten werden, wo das Land ein Hinderniß bietet. Ebbe und Flut haben einen bedeutenden Einfluß auf die Fortbringung der Gegenstände; die Flut erhebt sich auf größere oder geringere Höhe, je nachdem sie am Lande ein Hinderniß findet; während sie vorspringendes Land und Vorgebirge entblößt, legt sie Sand und Kies in geschützten Buchten nieder. Auch Wogen führen Land weg, je nachdem die Form der Küste ihre Heftigkeit begünstigt oder hemmt. Wenn deßhalb die Wirkung des Meeres Land in einer Gegend wegführt, und seichte Buchten in einer andern ausfüllt, wenn Quellen und Flüsse Land vom Innern forttragen und in die See absetzen, wenn ferner Erdbeben und Vulkane hier Land versenken und dort emporheben, so muß die Vertheilung von Land und Wasser im Verhältniß zu einander fortwährend schwanken.

28. Von der Tiefe des Meeres ist durch wirkliche Anwendung des Senkbleies wenig bekannt; einige Geologen aber haben nach der mittleren Erhebung des Landes zwischen zwei und drei englischen Meilen vermuthet, daß die mittlere Erhebung des Meeres diese Ausdehnung nicht übersteige. Da das Land jedoch sich auf verschiedene Weise von wenigen Fußen an bis zu mehr wie fünf englische Meilen erhebt, so haben Andere, indem sie dieselben verschiedenen Unregelmäßigkeiten dem Boden des Meeres wie der Oberfläche des Landes zuschreiben, verschiedene Meerestiefen von wenigen Fußen bis zu fünf oder sechs Meilen angenommen; nach Berechnungen über die Geschwindigkeit der Ebbe und Flutwogen, deren Fortschreiten im Verhältniß zur Tiefe des Kanals zwischen England und Frankreich beobachtet ist, hat man aber die äußerste Tiefe des atlantischen Meeres auf 50,000 Fuß oder mehr als neun Meilen angeschlagen.

29. Außer dem stillen und atlantischen Meere und andern Theilen des großen Oceans gibt es auch große Binnenmeere, wie die Ostsee und das Mittelmeer; auch große ausgedehnte See'n von süßem und Salzwasser, die sämmt-

lich wichtige und verschiedene Wirkungen auf die Verhältnisse der Erdoberfläche äußern. Nach der jetzt noch vorhandenen Anordnung werden wir zur Meinung geführt, daß ähnliche Zustände, obgleich verschiedenen Grades, jeder Zeit dem Lande und dem Wasser ertheilt waren.

Beschaffenheit des Meeres.

30. Die chemische Untersuchung bietet uns ziemlich genaue Angaben über die Beschaffenheit des Meeres. Das Wasser, frisch oder salzig, kann Unreinigkeiten enthalten, z. B. Thon, Sand, Kies, Thier- und Pflanzenstoff. Diese Stoffe aber fallen, wenn das Wasser ruhig bleibt, auf den Boden. Solche Stoffe nennt man mechanisch im Wasser hängend; werden sie auf dem Boden niedergelegt, so bilden sie einen Bodensatz oder eine Ablagerung. Außer diesen Unreinigkeiten kann das Wasser Stoffe enthalten, welche nicht zu Boden sinken, und welche, wie man sagt, in chemischer Auflösung in ihm enthalten sind. Das Seewasser des atlantischen Meeres enthält nach Marcet $4^3/_{10}$ Gran salzigen Stoff in jedem Hundert; nach Murray enthält das Wasser der Nordsee nur $3^3/_{100}$ Gran. Dieser Salzstoff besteht hauptsächlich aus salzsaurer Soda (dem gemeinen Küchensalz), aus schwefelsaurer Soda, salzsaurem Kalk und salzsaurer Magnesia. Man hat ferner bewiesen, daß der südliche Ocean mehr Salz enthält, als der nördliche; daß kleine Binnenmeere, wenn sie auch mit dem Ocean in Verbindung stehen, weniger Salz wie dieser enthalten; daß das Mittelmeer ein größeres Verhältniß von Salz enthält wie der atlantische Ocean, und daß das Meerwasser an der Oberfläche nicht ganz so salzig ist, wie das in der Tiefe, wegen der Beimischung des Regens, des Flußwassers und des Wassers geschmolzener Eisberge, obgleich der Salzgehalt in großer Tiefe ziemlich gleichförmig ist.

31. Eine Kenntniß der Beschaffenheit des Oceans ist für die Erklärung zahlreicher, geologischer Thatsachen nothwendig. Die Salztheile desselben müssen mehr oder weniger Einfluß auf alle chemische Veränderung, auf Ablagerung von Gestein und auf Thier- wie Pflanzenleben, welches sich im Meere findet, äußern. Aus diesen Theilen erhalten Korallen- und Muschelthiere den Stoff, woraus sie ihre Muschelbänke und Korallenriffe erbauen; durch dieselbe Beschaffenheit des Wassers erhalten Meerthiere und Pflanzen einen Charakter, welcher sie von den Bewohnern süßen Wassers bestimmt unterscheidet.

32. Der Druck des Meeres, welcher von seiner

Tiefe abhängig ist, übt ferner einen wichtigen Einfluß aus, da alles, was in der Nähe der Oberfläche statt findet, in größerer Tiefe unmöglich sein würde. Thier- und Pflanzenleben kann dort nicht statt finden. Sand und Schlamm, der am Ufer locker und weich ist, müßte zum festen Körper werden, wenn er diesem Druck ausgesetzt würde. Nach den Versuchen von Sir James Hall würde sogar der Kalkstein ohne Verlust seiner Kohlensäure zerfließen. Noch andere Ergebnisse, welche auf der gegenwärtigen Beschaffenheit des Meeres beruhen, ließen sich darlegen, allein wir glauben genug angegeben zu haben, um bei dem Leser die Ueberzeugung von der geologischen Wichtigkeit desselben zu erwecken.

Die Atmosphäre.

33. Die Atmosphäre, welche den Erdkreis überall umringt, ist entweder selbst die unmittelbare Ursache zahlreicher Veränderungen der Erde, oder das Mittel, wodurch dieselben geschehen. Die Luft ist eine gasartige Flüssigkeit, welche durch die Vereinigung von 79 Theilen Stickstoff mit 21 Theilen Sauerstoff hervorgebracht ist; jede 100 Theile dieser Zusammensetzung enthalten wenige Kohlensäure und andere fremdartige Unreinigkeiten. Sie ist für das Leben der Pflanzen und Thiere durchaus nothwendig, und eine Veränderung ihrer Zusammensetzung müßte die Verhältnisse der belebten Natur gänzlich verändern; während nämlich ein größeres Verhältniß der Kohlensäure dem Pflanzenwuchs günstig wäre, müßte es auf Thiere zerstörend einwirken. Das Verhältniß des Stickstoffs und Sauerstoffs verhält sich jetzt wie 4 zu 1; man ändere dies, und 5 Theile Sauerstoff mit 1 Theil Stickstoff, bilden eine so zerstörende Zusammensetzung (Salpetersäure oder Scheidewasser), daß sogar die Metalle dadurch aufgelöst werden. Die Luft ist elastisch oder zusammendrückbar; deßhalb werden die niedrigen Schichten an der Erde durch die Schwere der obern zusammengedrückt, und deßhalb wird die Luft beim Aufsteigen dünner. Nach dem Verhältniß, wie letzteres statt findet, müßte die Atmosphäre in der Höhe von 10—12 Meilen so dünn werden, daß sie sich nicht mehr als vorhanden angeben ließe. Zehn bis zwölf Meilen sind deßhalb als Grenze der Atmosphäre angenommen worden.

34. Die Luft bildet ein Mittel zahlreicher Wirkung. Dünste, Regen, Schnee, Wolken, Winde und Elektricität sind die auffallendsten und üben fortwährend Einfluß auf die Oberfläche der Erde, entweder mechanisch wie bei Regen und Wind, oder chemisch wie bei Kohlensäure, oder

elektrisch wie beim Gewitter, oder durch Lebensthätigkeit, wie bei Erhaltung der Pflanzen und Thiere. So weit wir die menschliche Geschichte kennen, ist die Beschaffenheit der Atmosphäre ohne bemerkbaren Wechsel geblieben; von der ursprünglichen Beschaffenheit wissen wir nichts, sondern schließen allein darauf nach dem Charakter der Thiere und Pflanzen, welche in den Gesteinschichten begraben wurden. Gegenwärtig äußert sich die Wirkung der Atmosphäre in 1000facher Weise und wir sind zum Schluß berechtigt, daß dies immer der Fall war; die Wirksamkeit war ihrer Art nach dieselbe und etwa nur im Grade verschieden.

Planetarische Verhältnisse.

35. Die planetarischen Verhältnisse der Erdkugel äußern eine bleibende, vielleicht auch eine augenblickliche und besondere Wirsamkeit auf die Veränderungen, welche auf der Oberfläche früher stattfanden, oder jetzt noch vor sich gehen. Von der Sonne erlangt sie Licht und Wärme, die für Thier- und Pflanzenleben nothwendigen Bedingungen; auf ihr Verhältniß zu Sonne und Mond beruht die Ebbe und Flut, ebenso wie ihre tägliche und jährliche Umdrehung, mit allen begleitenden Ergebnissen. Eine bleibende Vermehrung oder Verminderung der Sonnenwärme würde das ganze Thier- und Pflanzenleben verändern; die Annäherung eines Kometen könnte die Umdrehung der Erdkugel stören; eine kleine Veränderung der Erdachse, wodurch Pole und Aequator eine etwas andere Lage erhielten, würde die Vertheilung von Pflanzen und Thieren, so wie die von Land und Meer in der Art verändern, daß die Ansicht der Natur eine durchaus verschiedene werden müßte. So weit die Geschichte und die Berechnung der Astronomie in 3000 Jahren uns darlegt, hat eine solche Veränderung nicht statt gefunden; weder die Flut noch die Sonnenwärme scheint im geringsten gestört worden zu sein. Während dies gewiß ist, wird die Möglichkeit von Veränderungen dadurch nicht ausgeschlossen; nach gewissen Erscheinungen in der Erdrinde müssen dieselben statt gefunden haben.

36. Die tägliche und jährliche Umdrehung der Erde, Sonnenwärme und Licht, Ebbe und Flut u. s. w. sind bleibende Vorgänge, die aus den planetarischen Verhältnissen der Erdkugel folgen; plötzliche Erschütterungen, wie bei der Berührung eines Kometen, bei einem Wechsel in der Lage der Erdachse, würde nur ein besonderer und vorübergehender Vorgang sein.

Erhebungen und Senkungen sind Bezeichnungen für das Steigen und Sinken der Erdoberfläche von der kleinsten Wellenform bis zum höchsten Berge und von der kleinsten Höhlung bis zur größten Tiefung des Meeres. Die größten Höhen, womit wir bekannt sind, sind die des Himalayah=Gebirges in Asien, worunter der Dhalawagiri 28,077 und der Jewahir 25,747 Fuß hoch ist; alsdann folgen die Andes in Südamerika, worunter der Nevado de Sorato 25,250, der Illimani 24,450 Fuß hoch ist. In Europa erheben sich die Alpen (Montblanc) zu 15,568 Fuß, die Pyrenäen zu 11,283; in Afrika erhebt sich in Abyssinien der Geesh zu 15,000 und der Pic de Teyde (Teneriffa) zu 12,180. Wie einige Theile des festen Landes über der Fläche des Meeres liegen, so liegen andere unter derselben z. B. die Gegenden um das kaspische Meer und den Aral=See, wo die Oberfläche 8 bis 100 Fuß unter der Oberfläche des Oceans liegt. Die tiefsten Senkungen sind aber die des Meeres, die man sogar auf 3 Meilen angeschlagen hat.

Lavinen sind Anhäufungen von Schnee oder von Schnee und Eis, welche von hohen Bergen in die Thäler hinabsteigen. Sie entstehen in den höhern Regionen der Berge, und beginnen herabzusteigen, wenn die Schwere der Masse zu groß für den Abhang wird, worauf sie ruht, oder wenn Thauwetter sie von der Oberfläche ablöst. Man theilt sie in Windlavinen, in Schlag= oder Schrundlavinen, Rutschlavinen und Gletscherlavinen. Windlavinen werden durch den Wind bewirkt, wenn der Schnee noch lose oder pulverig ist; Schlaglavinen entstehen durch ein herabrollendes Stück Schnee, welches immer größer und stärker beim Herabsteigen wird; Rutschlavinen entstehen, wenn die Masse ihren Halt an der Oberfläche verliert, herabsteigt und Alles vor sich fortreißt; Gletscherlavinen, wenn Stücke gefrorenen Schnee und Eises, durch die Sommerwärme gelöst, hinabstürzen.

Eisberg. Eismassen, die, Bergen gleichend, in den Polarmeeren schwimmen. Bisweilen entstehen sie in der See selbst; bisweilen sind es Gletscher, die am abhängigen Ufer gebildet, durch eigene Schwere sich losrissen. In der Baffinsbay sah man Berge der Art von 40 bis 200 Fuß mit Lagern von Erde, Kies und Gestein. Die Masse unter dem Wasser ist ungefähr 8mal größer wie über demselben. In wärmeren Gegenden schmelzen sie, lassen ihre Bürde fallen und bestreuen so den Ocean mit Thon, Kies und Steinblöcken.

Verhältniß von Land und Meer. Das Verhältniß des Landes zum Meer steht etwa im Verhältniß von 266 zu 734.

Druck der Atmosphäre. Der Umstand, daß die Luft dünner wird im Verhältniß zur Höhe, könnte auf eine unbegrenzte Ausdehnung schließen lassen; allein diese ist nicht vorhanden; nach Berechnungen über den Durchgang des Sonnenlichtes auch an den astronomischen Erscheinungen ist die Atmosphäre zur Höhe von

10—12 Meilen angeschlagen. Die Luft wiegt 100 Cubikzoll bei 60 Grad $30 \frac{1}{2}$ Gran. Eine senkrechte Säule der ganzen Atmosphäre wird von einer Säule Quecksilber, die 30 Zoll wiegt, im Gleichgewicht erhalten; deßhalb drückt die Atmosphäre auf jeden Cubikzoll der Oberfläche mit einem Gewicht von 16 Pfunden.

Druck des Oceans. Wasser ist nicht leicht zusammen zu drücken; indeß in großen Tiefen muß es, eben so wie die Atmosphäre, dichter sein wie auf der Oberfläche. Nach Berechnungen von Oersted wird es in der Tiefe von 1000 Fuß um ein Dreihundert vierzigstel seiner Masse zusammengedrückt.

Ursachen, welche den Bau und den Zustand der Erdkugel bedingen.

37. Wäre der allgemeine Bau und der Zustand der Erdkugel, wie er im vorhergehenden Abschnitt beschrieben wurde, keinen verändernden Ursachen unterworfen gewesen, so würde er unverändert von Anfang der Zeit geblieben sein und die Erde müßte jetzt den Anschein jeder früheren Periode zeigen. Allein diese Zustände sind selbst die Ursachen von Veränderungen, denn sie wirken gegenseitig auf einander ein und haben unzählige Einflüsse hervorgerufen, welche zu jeder Zeit die Ansicht der Natur änderten. So wird die Erde durch ihr planetarisches Verhältniß befähigt, Wärme von der Sonne zu empfangen; diese Wärme verdunstet das Meerwasser; der Dunst erzeugt Regen, der Regen bildet Quellen und Flüsse; die Flüsse tragen Land fort und verändern so die Bildung der Oberfläche; der von den Flüssen fortgetragene Stoff bildet neues Land am Meerufer und ändert die Vertheilung von Land und Wasser; diese Vertheilung von Land und Wasser äußert Einfluß auf Arten und Vertheilung der Pflanzen und Thiere. Dies ist nur ein einzeln stehendes Beispiel von den Veränderungen durch die Wirkung und Gegenwirkung, die durch die allgemeinen Zustände des Erdkreises eintreten; es ist zweckmäßig, daß der Leser sich mit solchen Reihen von Ursachen und Wirkungen bekannt macht, da er nur durch eine ähnliche Anwendung von Schlüssen befähigt wird, viele der später zu beschreibenden Erscheinungen zu verstehen.

38. Die verändernden Ursachen, welche durch den gegenseitigen Einfluß der allgemeinen schon beachteten Zustände hervorgebracht werden, sind ungemein zahlreich und verschieden. Gegenwärtig muß man nur diejenigen im Auge halten, welche die hauptsächlichsten Thatsachen in Bezug auf die festen Körper der Erdrinde und die Ord-

nung und Art ihrer Reihenfolge erklären. Diese Ursachen oder wirkenden Kräfte lassen sich in vier Klassen eintheilen, die wirkenden Kräfte der Atmosphäre, des Wassers, des Feuers und des organischen Lebens; ihre Wirkungsart ist entweder mechanisch, oder chemisch, oder elektrisch, oder organisch.

Wirkende Kräfte der Atmosphäre.

39. Die wirkenden Kräfte der Atmosphäre sind entweder mechanisch oder chemisch; die Wirkung des Windes, wenn er losen Sand forttreibt, ist mechanisch; die Wirkung der Luft ist chemisch, wenn die Oberfläche des Gesteins in ihr verwittert. Die Atmosphäre kann entweder unmittelbar, wie im Fall der Winde, oder mittelbar, wie durch Hervorbringung der Wellen, wirken, deren Einfluß auf die Seeküste oft zerstörend und ausgedehnt sich zeigt. Die Veränderungen auf der Erdoberfläche durch Atmosphäre sind bisweilen langsam und allmählig, wie das Zerbröckeln des Gesteins oder sie treten sogleich ein, z. B. wenn Wälder durch Stürme entwurzelt oder grüne Thäler mit Flugsand überschüttet werden. Die Luft ist eines der wichtigsten Elemente und mehr oder weniger bei jeder Wirkung der Natur vorhanden. Sonnenlicht und Wärme wird dadurch gleichmäßig verbreitet; sie ist nothwendig für das Leben von Pflanzen und Thieren; durch sie werden die Wasser des Oceans gereinigt und über die Erdfläche verbreitet. Dies betrifft die allgemeine Wirksamkeit der Atmosphäre; sie wirkt auch in besonderen Fällen und auf beschränktem Raum wie in der Hervorbringung von Wind, Frost, Wärme, Elektricität und gasiger Beimischung.

40. Winde sind Luftströme. Wird die Luft einer Gegend erwärmt oder verdünnt, so dringt die schwerere Luft der umgebenden Gegenden ein, um das Gleichgewicht wieder herzustellen und so werden die atmosphärischen Strömungen erzeugt. Diese sind sehr unstät und wehen ohne Rücksicht auf Zeit und Richtung; sie werden auf tausenderlei Weise durch Höhen, Thäler und andere Unregelmäßigkeiten der Oberfläche bestimmt. In ihrer Schnelligkeit sind sie stets ungleich; sie wechseln vom sanftesten Lufthauch bis zum heftigsten Orkan, welcher Städte umwirft und Wälder entwurzelt. Obgleich diese Unregelmäßigkeit auf dem größeren Theil der Erdkugel für die Winde charakteristisch ist, gibt es Gegenden, in denen dieselben Monate lang mit wunderbarer Beständigkeit wehen.

Die Passatwinde unter dem Wendekreise haben diesen

Charakter, und wehen von Osten nach Westen mit weniger Abwechslung der Richtung oder Kraft. Die Monsuns, welche mit den Passatwinden in Verbindung stehen, sind ebenfalls ziemlich regelmäßig; auch in den meisten Ländern herrscht ein Ost- Süd- oder Westwind in gewissen Jahreszeiten vor andern vor. Wir haben keine Kenntniß von der Wirkung der Winde in frühesten Zeiten, sind aber zu dem Schluß berechtigt, daß sie seit der Erhebung des festen Landes und seit der Vertheilung von Land und Meer ebenso wie gegenwärtig wirkten.

41. **Winde wirken auf alle lockeren Stoffe**, indem sie dieselben von ausgesetzten an geschützte Orte bringen; Sand, Kies und lose Muscheln werden durch ihre Kraft verrückt und zu Hügeln angeweht oder in Höhlungen ohne Ordnung angehäuft. Alle ausgedehnten Sandstriche an den Küsten, die man Dünen nennt, verdanken die Bildung ihrer Oberfläche dem Winde. Der in Buchten durch Wellen und durch die Flut angesammelte Sand wird sogleich, wenn er von der Ebbe trocken gelassen und der Sonne ausgesetzt ist, so leicht, daß der Wind auf ihn einwirkt, welcher ihn zu Hügeln und Höhenrücken erhebt, die dem Einfluß der wiederkehrenden Flut nicht mehr ausgesetzt sind. Allmählig bildet sich ein dürftiger Pflanzenwuchs auf dem Sande, und so werden ausgedehnte Dünen im Laufe der Zeit erzeugt. In ähnlicher Weise wirken die Winde auf die Sandwüsten Arabiens und Aegyptens, indem sie beständig deren Oberfläche verändern; herrscht der Wind in bestimmter Richtung vor, so wird dieser Sand stets vorwärts getrieben, begräbt nach Jahren Bäume, Felder und Dörfer und verwandelt so fruchtbare Gegenden in Wüsteneien. Ergießt sich ein Fluß ins Meer durch ein sandiges Land, so ist er häufig geneigt, seinen Kanal zu ändern, und diese Neigung wird noch gesteigert, wenn die Winde seinen Strom durch Triebsand verstopfen. Vulkane entladen gelegentlich Staub- und Aschenregen, welcher durch starke Winde viele Meilen weit zur Bodenoberfläche oder zum Meere getragen wird. Bei ruhigem Wetter fällt derselbe in der Nähe des Kraters nieder; bei starkem Sturm wird er oft auf ungeheure Entfernungen niedergelegt. Dies sind Beispiele der gewöhnlichen Wirkung von Winden. Die Entwurzlung von Wäldern, die Zerstörung von Städten und dergleichen sind außerordentliche und werden durch Wirbelwinde und Orkane hervorgebracht.

42. **Frost übt einen langsamen, aber bleibenden Einfluß**, indem er die Oberfläche der Erde verän-

dert. Fällt die Wärme der Atmosphäre unter 32 Grad, so beginnt das Wasser zu gefrieren und dehnt sich aus. Während des Winters oder im nassen Wetter dringt das Wasser zwischen die Theilchen alles gesteinartigen Stoffes an der Erdoberfläche und auch in die größeren Spalten; die Ausdehnung dieses Wassers durch Frost trennt die Theilchen und läßt sie aus einander fallen, wenn das Eis sich auflöst. Dies geschieht jeden Winter; jede Klippe oder jeder Hügelabhang bezeugt die Wirkung. Die Wirkung des Frostes, indem er gesteinartigen Stoff trennt, ist schon lange beobachtet worden; der Landwirth benutzt dies, um seinen Boden in Staub zu verwandeln; in manchen Gegenden spaltet man den Schiefer in Platten, wenn man ihn dem Frost aussetzt.

43. Der Betrag aller durch Frost hervorgebrachten Veränderungen läßt sich nicht anschlagen; über seine Wirksamkeit kann aber kein Zweifel herrschen. In Berggegenden wie in den Alpen ist seine Wirksamkeit bei Bildung der Lavinen auffallend; in nördlichen Breiten bietet der Eisberg eine bekannte Erscheinung. Die Wirkung des Frostes im Zerkrümeln einer Oberfläche von Gestein scheint langsam und unbedeutend; blicken wir aber auf die Lavine, welche Fels, Kies, Bäume und Häuser mit sich fortreißt und begräbt; blicken wir ferner auf den Eisberg, welcher mit großen Steinen beladen, beim Schmelzen dieselben ins Meer niederlegt, so können wir die Wichtigkeit des Frostes begreifen und gewisse geologische Erscheinungen erklären, welche durch keine andere Kraft hätten hervorgebracht werden können.

44. Sonne, Wärme und Licht lassen sich zu den wirkenden Kräften der Atmosphäre rechnen, da diese das Mittel bildet, wodurch sie wirken und wodurch sie Veränderungen erleiden. Wasser leitet die Wärme schneller wie Luft, und Luft auf der Oberfläche der Erde schneller wie verdünnte Luft auf großen Höhen; deßhalb kann ein verschiedener Zustand der Atmosphäre auch mehr Sonnenwärme zur Erdoberfläche geleitet haben. Die Quantität Licht, welche zur Erde gelangt, ist von der Heiterkeit der Atmosphäre und von der Höhe der Sonne über dem Horizont abhängig; deßhalb kann auch ein verschiedener Zustand der Atmosphäre einen verschiedenen Betrag des Lichtes hervorrufen.

45. Wärme und Licht sind für Thier- und Pflanzenleben durchaus nothwendig; die Art und die Zahl der Pflanzen und Thiere hängt sehr vom Grade und der Gleichförmigkeit ihres Einflusses ab. Wärme verwandelt das Wasser

in Dunst, und Dunst bildet Thau, Regen u. s. w. Der Betrag des Dunstes und folglich auch des Regens hängt vom Grad der Wärme ab; daher die starken periodischen Regen tropischer Gegenden. Ein höherer Wärmegrad auf der ganzen Erde würde den Betrag des Regens sehr steigern; dieser Regen würde riesenhaftere Flüsse bilden und geologische Wirkungen von entsprechender Größe müßten folgen.

46. Auf den von der Erde empfangenen Betrag der Sonnenwärme in früheren Perioden können wir nur durch die Arten der Pflanzen und Thiere schließen, welche in den Gesteinschichten begraben sind; eine geringe Zahl und ein besonderer Charakter dieser Reste wird den Polargegenden entsprechen; eine große Zahl und eine gewisse äußere Form wird ein Klima anzeigen, welches dem der Tropenländer ähnlich ist.

47. Auch die Elektricität läßt sich unter die atmosphärischen wirkenden Kräfte einreihen, obgleich elektrischer, galvanischer und magnetischer Einfluß auf der Erdrinde vor sich gehen kann, ohne daß die Atmosphäre daran Theil hat. Die Wirkung dieser feinen Kräfte läßt sich nicht leicht berechnen; ihre Verbindung mit Erdbeben, mit der Bildung von Metalladern und mit ähnlichen Erscheinungen läßt sich durch die Geologie nicht darstellen. Wir wissen, daß die härtesten Naturstoffe sich durch Hülfe der Elektricität auflösen und wieder bilden lassen; bisweilen wirkt die Kraft langsam und unmerkbar, bisweilen schnell und heftig. Wir wissen ferner, daß Wirkungen, welche der Chemiker durch die heftigsten Ladungen von Elektricität nicht hervorrufen konnte, durch den langsamen und beinahe unmerkbaren Einfluß dieser Kraft zu Stande kamen.

Was im Laboratorium des Chemikers geschieht, kann täglich in der Natur vorkommen. Gelegentlich beobachten wir die gewaltigen Wirkungen der Elektricität bei Gewittern; dies kann aber nur unbedeutend sein im Vergleich mit dem, was stündlich aber unmerkbar in der Erdrinde vor sich geht. Wir hören oft von den Unfällen eines tropischen Gewitters, worin die elektrische Flüssigkeit Häuser niederreißt, Bäume zersplittert, Wälder entzündet oder Felsen zerschlägt; allein diese Folgen, obgleich auffallend, rufen keinen ausgedehnten Wechsel auf der Erde hervor. Dagegen ist die langsame und ungesehene Wirksamkeit dieser Kraft bei Hervorbringung von Veränderungen in metallischen und andern Stoffen von hauptsächlicher Wichtigkeit in geologischer Darlegung.

48. Die gasige Beschaffenheit der Atmosphäre wirkt chemisch, nicht mechanisch. Im gewöhnlichen Zustande besteht die Atmosphäre, wie bemerkt, aus 79 Theilen Stickstoff und 21 Theilen Sauerstoff vom Hundert, während noch Kohlensäure in kleinerem Verhältniß hinzukommt, etwa ein wenig mehr wie 1 von 1000. Dieser Zustand ist eine Grundbedingung des thierischen und Pflanzenlebens; deßhalb kann man leicht begreifen, in welcher Ausdehnung eine Veränderung denselben Einfluß üben mußte. Kohlensaures Gas wird durch einige Quellen, durch vulkanische Spalten und durch ähnlichen Ursprung zu Lande und zur See der Oberfläche mitgetheilt. Dies Gas zerstört das Leben; deßhalb müßten Schwärme von Fischen und Heerden von Thieren, die mit einer großen Ausströmung desselben in Berührung kommen, sogleich erstickt werden. Auch noch andere gasartige Dünste sind zerstörend für das Leben; beachten wir diese Thatsachen, so können wir uns die besonderen Anhäufungen thierischer Stoffe erklären, die in gewissen Lagen der Gesteinschichten vorkommen.

49. Das der Atmosphäre ausgesetzte Gestein nimmt Luft und Nässe in sich auf und die Wirkung dieser aufgenommenen Luft und Nässe läßt dasselbe verwittern oder löst die Vereinigung der äußeren Theilchen auf. Diese äußeren Theilchen fallen durch die Kraft der Schwere ab; eine andere Reihe von Theilchen wird demselben Einfluß ausgesetzt, und so verliert jedes Jahr ein Stein oder Berg mehr oder weniger von seinem Stoffe.

50. Sauerstoff und Kohlensäure sind die hauptsächlichsten wirkenden Stoffe bei diesem Vorgange. Alle metallischen Stoffe erleiden die Einwirkung des Sauerstoffs; derselbe macht ihre Oberfläche rostig, frißt sich allmählig in ihre Masse ein und verwandelt sie mit der Zeit in ein lockeres Pulver. Das Eisen bietet eine bekannte Erläuterung dieser Thatsache; wie geglättet es auch sein mag, beginnt es zu rosten, sobald man es der Luft und Feuchtigkeit aussetzt; ein Häutchen bildet sich nach dem andern, bis das Ganze in ein röthliches Pulver, Rost oder Eisenoxyd verwandelt ist. Dies Eisenoxyd gibt manchem Gestein und Mineralwasser die röthliche Farbe.

51. Die Bildung mancher Bodenarten stammt von dieser pulverisirenden Kraft der Atmosphäre; da deren lockere Materie von Regen und Flüssen abgespült wird, so wird ein neuer Vorrath durch die weitere Zersetzung des Gesteins gebildet. Wir haben kein Mittel, um den Betrag des Wechsels anzugeben, welchen

der chemische Zustand der Atmosphäre hervorrief; wir wissen allein, daß sie zu jeder Zeit sehr gewaltig im warmen und feuchten Klima gewirkt haben muß, am wenigsten aber, wo die Luft hell und trocken war. Weicher Thon und Thonschiefer verwittert leicht; ebenfalls jede Art vulkanischen Gesteines; sogar der Granit ist zur Tiefe von 3″ in sechs Jahren zu Pulver verwandelt worden.

52. Die Wirksamkeit der Atmosphäre auf Veränderung der Erdrinde hat mehr oder weniger dahin gewirkt, die Oberfläche auf eine niedrigere Ebene herabzubringen. Der Wind bildet nur eine Ausnahme und strebt die Oberfläche zu erheben, z. B. in der Bildung von Dünen und Sandhügeln, oft zu beträchtlicherer Erhöhung, wie bei Barry an der Mündung des Tay. Atmosphärische Kräfte wirken entweder mechanisch oder chemisch oder organisch; sie sind in ihren Wikungen allgemein, vielleicht nur mit Ausnahme des Frostes in den tropischen Gegenden; sie müssen vom Beginn der Zeit an einen wichtigen Einfluß auf die geologischen Verhältnisse der Erde geübt haben.

Die wirkenden Kräfte der Atmosphäre, des Wassert, Feuers und organischen Lebens. Wind z. B. ist eine rein atmosphärische Wirksamkeit; Quellen, Flüsse sind Wirksamkeiten des Wassers; Vulkane, die des Feuers, und dieser Ausdruck bezieht sich geologisch nur auf Kräfte und Ergebnisse, die von der inneren Wärme der Erde abhängen; organische Wirksamkeit entsteht aus thierischem oder Pflanzenleben.

Organisch, nach dem griechischen Wort für Werkzeug ist auf Pflanzen- und Thierkörper angewandt, weil deren Theile genau zusammenpassen. Aller Stoff, der aus dem Wuchs oder aus der Verwesung von Pflanzen und Thieren entsteht, heißt organisch.

Mechanisch, chemisch, elektrisch, organisch. Ein Stück Kalk läst sich zu Pulver stoßen, ferner zu Pulver durch Auflösung in Schwefelsäure verwandeln; das erste Beispiel ist mechanische, das zweite chemische Wirkung. Die Wiederverwandlung des schwefelsauren Kupfers durch Elektricität ist ein Beispiel der elektrischen Wirkung. Was die organische betrifft, so sieht man diese bei jedem Thier und jeder Pflanze.

Winde. Außer den Passatwinden, welche innerhalb des 25. Grades der Breite auf beiden Seiten des Aequators wehen, werden die Monsuns durch das in diesen Parallelkreisen liegende Land nach Norden oder Süden gewandt. Es sind somit im Grunde nur Passatwinde. Der Samum, ein brennender, pestartiger Wind, stürzt mit Wuth über die sandigen Wüsten Arabiens; der Harmattan, ein kalter trockener Wind, ist häufig in Afrika und im Orient; der

Sirocco, ein heißer, feuchter und erschlaffender Wind kommt nach Italien von der entgegengesetzten Küste des Mittelmeers; die Bize, ein kalter, frostiger Wind, kömmt von Schneegebirgen, wie die Alpen, herab; Wirbelwinde sind allen Ländern gemein und in warmen Gegenden am zerstörendsten.

Gefrieren. Das Wasser hat bei 40 Grad eine bleibende Ausdehnung seiner Masse; wird aber die Temperatur vermindert, so beginnt es sich auszudehnen, bis es bei 32 Grad gefriert und in festes Eis verwandelt wird, worin es um $\frac{1}{14}$ seinen ursprünglichen Umfang vermehrt hat. Wird andererseits seine Temperatur gesteigert, so verwandelt es sich allmählig in Dunst, bis es bei 212 Grad kocht und sich schnell zu Dampf ausdehnt, worin es 1700mal seine ursprüngliche Masse beträgt. Der Dampf kann noch weiter ausgedehnt werden, bis beinah keine bekannte Kraft ihm zu widerstehen vermag.

Wirksamkeit des Wassers.

53. Wirksamkeit des Wassers, welche auf der Kraft desselben beruht, ist vielleicht nicht so allgemein und in seinen Wirkungen so weit umfassend, wie die der Atmosphäre; sie tritt jedoch mit größerer Gewalt auf und ihr Einfluß ist deßhalb bei der Veränderung der Erdrinde augenscheinlicher. Die Art der Wirkung ist entweder mechanisch oder chemisch; mechanisch z. B., wenn ein Fluß sein Ufer abreibt und dessen Stoff ins Meer trägt; chemisch, wenn Wasser durch Beimischung von Gasen gewisses Gestein und Metalle aufzulösen vermag. Bisweilen ist die Wirkung des Wassers langsam und allmählig, wie bei der Abnutzung von Gestein durch Regen, bisweilen schnell und heftig, wie bei Flußströmungen und Seestürmen. Die Wirkung des Regens auf eine Klippe beträgt vielleicht nur einen Zoll in hundert Jahren; hunderte von Morgen angeschwemmten Landes können aber durch eine heftige Flußströmung bei Ueberschwemmungen ins Meer geführt werden. Das Wasser wirkt auf verschiedene Weise, bisweilen durch sich allein, wie in Flüssen; bisweilen in Vereinigung mit der Atmosphäre, wie bei Land- und Seestürmen. Seine Kraft in geologischer Hinsicht ist durch Regen, Quellen, Flüsse, Seen, Wellen, Strömungen und Flut augenscheinlich. Darnach werden seine Ergebnisse in meteorische Wirkungen, Wirkungen der Flüsse, Seen und oceanische unterschieden.

54. Regen, Hagel, Schnee und alle atmosphärischen Dünste machen Hervorragungen auf der Erdoberfläche niedriger; indem sie in die Poren

und Spalten des Gesteins eindringen, erweichen sie deren Oberfläche und lösen sie allmählig auf; dadurch unterstützen sie wesentlich die Wirkungen des Frostes, Windes u. s. w. Der mit starkem Wind begleitete Regen wirkt mit noch größerer Kraft; Schnee, der sich im Frost ansammelte und bei Thauwetter plötzlich schmilzt, verursacht bisweilen heftige Fluten und Ueberschwemmungen. Fluten, die durch das Schmelzen des Schnees entstehen, sind gewöhnlich sehr zerstörend, denn während der Jahreszeiten, worin sie eintreten, ist der Boden lose und locker und läßt sich sehr weit hinwegführen. Regen und andere Dünste sind für den Pflanzenwuchs unentbehrlich und erzeugen mit genügender Wärme begleitet, einen üppigen und riesenhaften Pflanzenwuchs, z. B. in den tropischen Gegenden. Der Betrag des Regens, welcher auf die Oberfläche der Erde fällt, ist sehr verschieden und wechselt von 20 zu 30 Zoll bis auf mehre Fuß jährlich. In tropischen Gegenden ist der Regen periodisch; d. h. er fällt wochenlang in gewissen Jahreszeiten. Dies ruft die Ueberschwemmungen hervor, daher die eigenthümlichen Erscheinungen, daß Flüsse wie der Nil, Ganges u. s. w. regelmäßig anschwellen.

55. Von der Masse Regen in vergangenen Perioden der Erde haben wir keine bestimmte Kenntniß. Da aber Zeugnisse einer höheren Temperatur vorhanden sind, so sind wir auch zu dem Schlusse berechtigt, daß die Masse Regen weit größer war. Ein größerer Fall von Regen mußte größere Flüsse hervorbringen und größere Flüsse mußten mehr Trümmer von Gestein und Schlamm fortführen; dies mußte ausgedehnte Ebenen und Anschwemmungen bilden; und diese mußten wieder ein riesenhafteres Geschlecht von Pflanzen und Thieren enthalten. Dadurch sieht man die Verbindung und den Einfluß dieser zusammenwirkenden Ursachen. Das Regenwasser enthält gemeiniglich Kohlensäure, flüchtiges Laugensalz und andere Stoffe; es wirkt folglich sowohl chemisch wie mechanisch.

56. Quellen sind Wasserentladungen aus der Erdrinde durch Spalten, Risse und andere Oeffnungen der Oberfläche. Das Wasser, welches in Regen, Schnee u. s. w. fällt, fließt zum Theil fort, und sinkt theilweise in die Erdrinde, wo es sich in großen Massen ansammelt und zuletzt wieder seinen Weg zur Oberfläche in Quellen findet. Quellen, die aus Schichten in großen Tiefen entspringen, heißen tiefliegende; diejenigen, welche aus Thon oder Kies hervorkommen sind oberflächliche. Einige fließen allein nach Regen und während desselben und heißen Hungerquellen;

andere fließen immer in gleicher Weise und heißen gleichförmige; andere fließen bald stärker, bald schwächer und heißen periodische.

57. Die Arten der Quellen, welche Geologen hauptsächlich beachten müssen, sind kalte, warme und mineralische. Kalte Quellen üben mechanische Wirkung, wenn sie sich Kanäle aushöhlen; sie üben chemische Wirkung, wenn sie Kohlensäure enthalten und Theile des Gesteins, durch welches sie hindurchgehen auflösen. Alle versteinerden Quellen, welche Holz und Knochen in Steinmaterie verwandeln, wirken chemisch. Heiße Quellen, die in vielen Theilen der Erde vorkommen, wirken auch mechanisch und chemisch, aber mit weit größerer chemischer Kraft, wie kalte Quellen. Mineralquellen können sowohl kalt wie warm sein, und erhalten ihren Namen von dem Umstande, daß ihr Wasser Mineralstoff oder erdigen Stoff in Auflösung enthält.

58. Mineralquellen sind in geologischer Hinsicht bei weitem die wichtigsten, da sie durch ihre Zusammensetzung die Art des Gesteins anzeigen, durch welches sie hindurchgehen, während sie mehr oder weniger auf alle Ablagerungen oder Wasser, worin sie sich ergießen, Einfluß üben: so enthalten einige Eisen und heißen eisenhaltig oder Stahlquellen; andere Kupfer, Kalk oder Salz; andere lassen Schwefeldunst u. s. w. entweichen. Die aus Schichten mit Eisen oder Kalk hervorkommen, sind mehr oder weniger mit diesen Stoffen geschwängert; kommen sie auf die Erdoberfläche, und wird ihr Wasser der Luft ausgesetzt, so wird der Eisen- oder Kalkstoff auf ihrem Laufe abgelagert oder zum nächsten Fluß oder See geführt. Bilden sich Lager von Morast, Sand oder Kies in einem solchen See, so werden diese Lager mit dem Stoff der Quellen geschwängert; daher reden Geologen von eisenhaltigen, kalkhaltigen, salzhaltigen Schichten. Mineralquellen äußern deßhalb einen zweifachen Einfluß; zuerst, indem sie Stoffe aus den untern Schichten auflösen und hinauftragen und zweitens, indem sie diesen Stoff den auf der Oberfläche sich bildenden Schichten mittheilen. So läßt sich die Art erkennen, wodurch Quellen auf die Veränderung der Erdoberfläche einwirken; im Verhältniß zu ihrer Größe, zum weichen Zustande des von ihnen durchflossenen Stoffes und ihres Wärmegrades muß ihr Einfluß in früheren Perioden um so größer gewesen sein.

59. Die Wirksamkeit der Flüsse ist die wichtigste in der Veränderung der Erdoberfläche. Die Quellen,

wenn sie zu Tage kommen, suchen sich natürlich eine niedrige Ebene; eine große Menge derselben, die in einem Kanal zusammentrifft, bildet Bäche, welche sich wieder mit andern in einem noch niedrigeren Thale vereinigen, wo ihre Vereinigung Flüsse verschiedener Größen hervorbringt. Die Flüsse kann man als natürliche Wasserableitungen betrachten, wodurch die auf dem Lande überflüssige Feuchtigkeit wieder zum Meere zurückkehrt. Sie sind von jederlei Umfang, von der Breite weniger Fuß bis zu der mehrer Meilen; so seicht, daß ein Kind sie durchwaten kann, oder so tief, daß sie die größten Schiffe tragen; nur 10 bis 15 Meilen oder ebensoviel 100 Meilen lang.

60. Die geologische Wirkung der Flüsse ist zweifach: erstens, indem sie das Land, welches sie durchziehen, abreiben und dann, indem sie das Material in Seen oder Meeren niederlegen. Ihre Kraft, Stoffe vom Lande abzureiben und dieselben fortzutragen, ist von ihrer Schnelligkeit abhängig, z. B. man hat berechnet, daß eine Kraft von 3″ in der Sekunde feinen Thon abreibt, von 6″ feinen Sand aufhebt, von 8″ linsengroßen Sand, von 12″ feinen Kies; eine Schnelligkeit von 24″ auf die Sekunde ist erforderlich, um runde Kiesel von einem Zoll Durchmesser fortzurollen und von 36″ um eckige Steine von der Größe eines Hühnereies fortzureißen. Flüsse erlangen oft während einer Ueberschwemmung eine noch größere Geschwindigkeit, und Steine von beträchtlicher Schwere werden alsdann von den Strömen hinabgetragen. Die Kraft des fließenden Wassers, Stoffe vom Lande abzureiben, ist auch von der Art des Materials abhängig; lockerer Boden, Thon und Sandstein wird leicht abgerieben, während der Granit oder Basalt Jahrhunderte lang nur wenig Verlust leidet. Der bloße Strom des reinen Wassers würde nur wenig Einfluß auf hartes Gestein üben; allein alle Flüsse führen Sand und Kies mit sich, und dieser, welcher an die Seiten und an den Boden des Kanals anstößt, übt Mitwirkung, um die Flußkanäle auszuhöhlen. Ein Fluß Indiens, der Nerbudda, hat sich einen 100 Fuß tiefen Kanal in Basaltgestein ausgehöhlt. Sedgwick und Murchison geben Berichte von Flußbetten, die in den Thälern der östlichen Alpen und in Lagern von Trümmergestein auf 600 — 700 Fuß Tiefe ausgehöhlt wurden. Ein Lavastrom, welchen der Aetna 1603 auswarf, floß quer in den Kanal des Flusses Simeto; seitdem hat der Strom durch das feste Gestein sich einen Durchgang von 40—50 Fuß Tiefe und 50 bis mehre 100 Fuß Breite gebrochen. Der Wasserfall des

Niagara in Nordamerika ist beinahe um 50 Ellen in den letzten 40 Jahren zurückgegangen. Unter dem Falle fließt der Fluß in einem 150 Fuß tiefen und 160 Ellen weiten Kanal auf die Entfernung von etwa 2 Meilen; dieser Kanal ist offenbar durch die Wirkung des Flusses hervorgebracht worden. Wirkungen wie die genannten, werden durch die allgemeine oder gewöhnliche Wirksamkeit des Wassers hervorgebracht; schwellen aber Flüsse bei schwerem Regen, bei plötzlichem Schneeschmelzen u. dergl., so ist ihre Wirkung ungemein heftig. In solchen Fällen überströmen sie die Ufer, stürzen mit einer Geschwindigkeit von 20—30 Fuß die Sekunde, zerreißen den Boden und schwemmen Bäume, Thiere, Häuser und Brücken mit sich fort. Das Wasser aller Flüsse, welche vom Lande etwas abreiben, ist mehr oder weniger trüb und durch Beobachtung dieser Thatsache kann man sich einen Begriff von ihrer Kraft bilden.

61. Der Stoff, den Flüsse mit sich forttragen, wird entweder an den Ufern oder in Seeen oder in Meeren niedergelegt. Fließen sie langam in einem flachen Thale, so fällt der Schlamm und Sand, den ihr Wasser enthält, allmählig zu Boden und bleibt dort als Ablagerung liegen. Dieser Ablagerungsstoff heißt Alluvial- oder angeschwemmtes Land, und die meisten ebenen und fruchtbaren Thäler der Erde sind so gebildet worden. Findet sich ein See auf dem Laufe der Flüsse, so wird die Ablagerung dort angesammelt und das Wasser kommt aus dem See, als sei es filtrirt worden. Im Laufe der Zeiten werden die Seeen mit dieser Ablagerung angefüllt; ihre Becken erscheinen zuerst als Sümpfe und dann als Alluvialland. Wie viel Stoff aber auch in Seeen oder Thälern angehäuft werden mag, wird dennoch das Meiste in das Meer getragen, und an der Mündung des Flusses oder an der Küste niedergelegt werden. Das schwerste Material, wie Kies, wird zuerst niederfallen, alsdann der leichtere Sand und endlich der feinste Schlamm. Der Schlamm des Ganges färbt die Bai von Bengalen auf eine Entfernung von etwa 15 Meilen von seiner Mündung an; nach Capitain Sabine lassen sich die Wasser des Amazonenstroms auf mehr als 80 Meilen vom Ufer erkennen.

62. Die Folge dieser fortwährenden Ablagerung im Meer ist die Bildung von Alluvial- oder angeschwemmtem Boden an den Mündungen der meisten Flüsse, wie beim Nil, Ganges, Niger u. s. w.; man nennt dieselben Deltas, nach ihrer Aehnlichkeit mit dem griechischen Buchstaben D (Δ). Oft dehnen sie sich über eine große Fläche

hin aus; das des Ganges ist etwa 70 Meilen nach einer Richtung und 75 nach der andern hin breit. Sie bestehen aus abwechselnden Lagern von Kies, Sand und Morast, je nach der Art des Stoffes, welchen der Fluß hinabgeführt hatte. Die Fig. 3 stellt das Delta des Nil dar, welches als Vorbild ähnlicher Ablagerungen betrachtet wird.

Fig. 3.

63. Die geologische Wirksamkeit fließender Wasser ist unaufhörlich und allgemein. Flüsse reiben allmählig Hügel und Hochland ab, und füllen Seeen und niedere Thalgründe aus. Sie legen Lager von Sand, Kies oder Morast nieder, und diese Lager umschließen wieder Bäume, Pflanzen, Knochen und Schalbedeckungen von Thieren in größerer oder geringerer Masse. Wie die Flüsse gegenwärtig wirken, müssen sie immer gewirkt haben, und dieser Art ihrer Wirksamkeit müssen wir die Bildung von mancherlei Gesteinarten mit deren Fossilien zuschreiben, welche jetzt die Erdrinde in großen Tiefen und in großen Entfernungen vom Meere bilden. Wir haben keine genaue Kenntniß von den Flüssen der alten Welt; nach der Ausdehnung des abgelagerten Gesteins müssen sie aber riesenhafter wie die meisten gegenwärtigen gewesen sein.

64. Wogen, Strömungen und Flut üben ebenfalls große geologische Wirksamkeit. Wogen sind fortwährend in Wirksamkeit; der durch sie hervorgebrachte Wechsel steht im Verhältniß zu ihrer Heftigkeit und zum Material, welches die Küste bildet. Klippen von Sandstein, Thon, Kalk oder anderem weichen Gestein, werden mit jedem Jahre durch deren Kraft untergraben. Massen fallen herab, werden bald zu Staub zermalmt und von jeder Flut fortgeschwemmt; neue Untergrabungen finden statt; neue Massen fallen herab, und so sind Tausende Morgen Land zu gleicher Fläche mit dem Meere gebracht worden. Was die Wogen einreißen, tragen Fluten und Strömungen in Meerbusen und kleine Buchten; während also das Meer in einen Theil des Landes einbricht, häuft es an einem an=

dern Sand und Kies an, um neues Land zu bilden. Die Kraft der Wellen und Strömungen wird dadurch sehr gesteigert, daß Gestein im Wasser sich leichter bewegen läßt, und so werden Kiesbänke mit offenbarer Leichtigkeit aufgehäuft oder hinweggeschwemmt. Die gewöhnliche Wirkung des Meeres ist jedoch klein im Verhältniß zu derjenigen, die bisweilen in Stürmen und hohen Ueberschwemmungen statt findet. Alle, welche die Folgen weniger auf einander folgender Fluten zu solchen Zeiten geschaut haben, können sich leicht einen Begriff von demjenigen machen, was im Verlauf der Zeiten dadurch vollbracht wurde.

65. Die Wirkungen der Wogen, Strömungen und Fluten sind mannigfach. Im Allgemeinen läßt sich die Behauptung stellen, daß Wogen die Seeklippen niederreißen, oder lose Stoffe vom Boden erheben; daß Flutströmungen die abgelösten oder zersetzten Theile in große und kleine Buchten, wo mehr Schutz vorhanden ist, tragen; daß oceanische Strömungen schwimmendes Material, wie Treibholz, Pflanzen, todte Thiere u. s. w. von einem Theil des Oceans zum andern tragen. Fluten steigen und ebben von 4 bis 40 Fuß; sie dringen viele Meilen weit in manche Ströme und so findet sich eine Mischung von Süßwasser- und Meerablagerungen. Was gegenwärtig geschieht, geschah in früheren Zeiten; viele Wirkungen der Wellen und Strömungen erklären manche Erscheinungen des Ablagerungsgesteins.

Die meteorische Wirksamkeit des Wetters ist diejenige, welche durch die Atmosphäre statt findet.

Schlamm oder Morast, gewöhnlicher Ausdruck für Stoffe, welche sich ruhig oder langsam ablagern.

Alluvial, nach dem lateinischen Wort für Anschwemmen. Außer Deltas und Thälern findet sich Alluvialboden z. B. an der Küste der Nordsee in der Breite mehrer Meilen.

Ablagerung. Enthält Wasser Schlamm, und steht es ruhig, so fällt der Schlamm allmählig zu Boden und wird zur Ablagerung. Eine solche Ablagerung ist Sand, Kies u. s. w.; auch kann man dergleichen Ablagerungen Niederschläge nennen. Man unterscheidet sie in Fluß-, See-, Meer-, und Küstenablagerungen.

Wirksamkeit des Feuers.

66. Die Wirksamkeit der Atmosphäre und des Wassers bei Veränderung der Erdoberfläche bietet einige Aehnlichkeit. Beide haben eine Neigung, das trockene Land fortzutragen und niedriger zu machen; würde dieser Einfluß in einer

Reihe von Jahren fortgesetzt, ohne daß eine gegenwirkende Kraft stattfände, so müßten Hügel und Ebenen in eine gleichförmige Fläche verwandelt werden. Allein das Natursystem bietet ein schönes Gleichgewicht in allen seinen Theilen; wenn die einen Kräfte niederer machen, erheben die andern; so werden die Ablagerungen von lockeren Stoffen, welche sie einst auf dem Boden von Meeren und Seen anhäuften, später über die Oberfläche des Wassers erhoben, so daß sie neue Länder für die Erhaltung des Pflanzen- und Thierlebens bilden. Die hauptsächlichste Wirksamkeit in der Erhebung ist die des Feuers, und zwar eines solchen, welches einen tiefen Sitz hat. Später werden wir die Meinungen über Entstehung des unterirdischen Feuers darlegen; gegenwärtig haben wir es nur mit dessen Wirkungen zu thun.

67. Die Wirksamkeit des Feuers äußert sich chemisch oder mechanisch; chemisch in der Hervorbringung neuer Zusammensetzung, gasiger Beimischung u. s. w.; mechanisch durch Erhebung und Zerbrechung der festen Erdrinde. Die Wirksamkeit des Feuers läßt sich in drei Weisen betrachten, nämlich Vulkane, Erdbeben und allmählig erhebende Kräfte.

68. Vulkane lassen sich als Luftlöcher unterirdischen Feuers betrachten, durch welche Gase, Asche, glühende

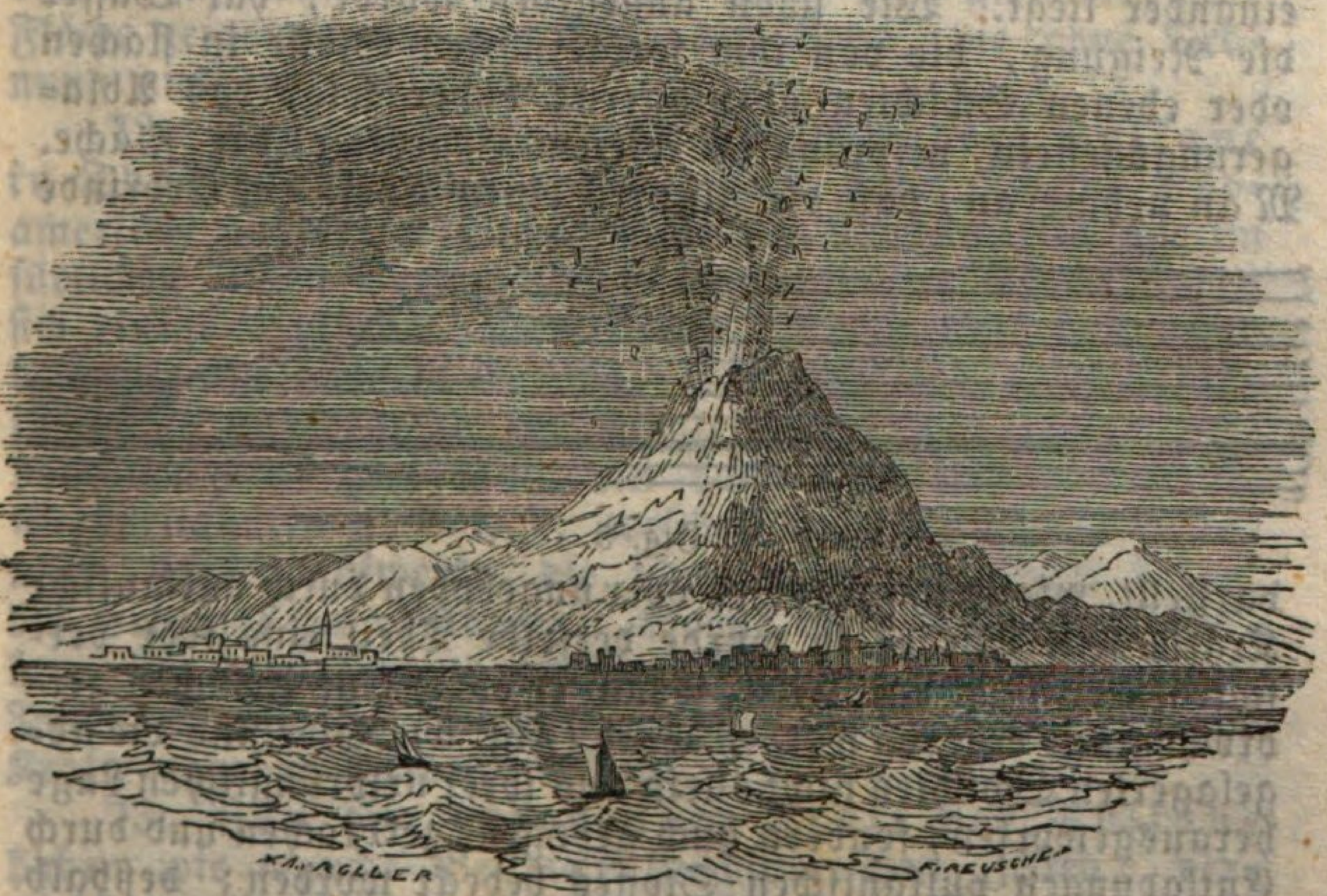


Fig. 4. Ansicht des Aetna.

Asche, Steine und Gesteinstoffe im Zustande der Schmelzung entladen werden. Die ausdehnende Kraft des innern Feuers bildet sich zuerst einen Ausgang; die so bewirkte Oeffnung heißt ein Krater und der entladene Stoff, welcher sich allmählig um sie sammelt, bewirkt einen Berg in Kegelform, z. B. in der beiliegenden Darstellung des Berges Aetna.

69. Dies ist die allgemeine Ansicht einzeln stehender Vulkane; häufig kommen sie auch in Bergketten vor und bilden, wie in Südamerika, durch die Vereinigung ihrer Kräfte lange Gebirgsreihen. In diesen Bergketten sind einige Gipfel stets in Thätigkeit, andere dagegen sind erloschen; so werden wir unbemerkt vom Krater, der Rauch und Lava ausspeit, zu denjenigen geführt, welche jetzt, wie man dies nennt, ausgebrannt sind; so kommen wir wieder auf entfernte Zeiten, worin alle Bergketten durch dieselben Kräfte erzeugt wurden. Wirklich kann Niemand auf die äußere Gestalt des Aetna und Vesuvs einerseits, und andererseits auf die der Alpen, der Höhen in der Mitte Frankreichs und der Hügelzüge im Süden Schottlands blicken, ohne ähnliche Ursachen des Ursprungs zu erkennen.

70. Vulkanische Kräfte erheben nicht allein, sondern zerbrechen und krümmen auch die ursprünglichen ebenen Schichten, während sie zugleich Gestein erheben, welches nicht in bestimmten Schichten über einander liegt. Wie schon angegeben wurde, hat Wasser die Neigung, die von ihm fortgeführten Stoffe in flachen oder ebenen Schichten abzulagern; daher zeigt das Ablagerungsgestein ursprünglich diesen Charakter der Fläche. Man nehme an, daß die Figur 5 einen Theil der Erdrinde

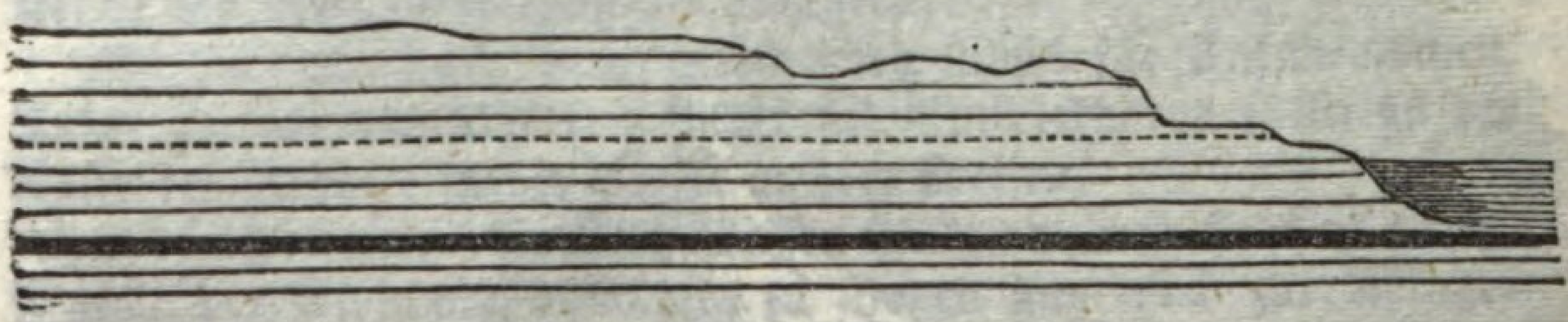


Fig. 5.

darstellt, wie er ungebrochen oder ungehoben durch vulkanische Kräfte sein würde, so würde derselbe Theil eine sehr verschiedene Ansicht darbieten, wenn er durch jene Ursachen zerbrochen und erhoben worden wäre (Fig. 6). Hier sind die abgelagerten Schichten nicht allein aus ihrer ursprünglichen Lage herausgeworfen, sondern auch gebogen, zerbrochen und durch Entladungen vulkanischen Stoffes bedeckt worden; deßhalb bietet sich ein sehr bestimmter Unterschied zwischen Gestein,

Fig. 6.

welches durch Wasser, und zwischen Gestein, welches durch Feuer entstand.

71. Ein Vulkan kann zu einer Zeit Asche, zu einer anderen Steinstücke und zu einer dritten geschmolzene Lava entladen; allerdings können diese verschiedenen Materialien an den Seiten des Berges wie Schichten niedergelegt sein; allein alsdann bieten sie nicht dieselbe Regelmäßigkeit auf irgend eine Entfernung. Abgelagerte Schichten bewahren andererseits ihren Charakter und ihre ununterbrochene Fortsetzung viele Meilen weit und zeigen einen ruhigen Ursprung im Vergleich mit jenen Massen, welche durch vulkanische Schmelzung erzeugt wurden. Noch andere Unterschiede zwischen dem durch Wasser und dem durch Feuer erzeugten Gestein werden später dargelegt werden; gegenwärtig muß man nur festhalten, daß Sand, Thon, Schlamm und anderer vom Wasser niedergelegter Stoff eine gleichmäßigere Fläche zeigen muß, wie Asche und Lava, die ohne Ordnung ausgeworfen werden.

72. Gegenwärtig sind zweihundert Vulkane in Thätigkeit. Die größere Zahl findet sich in Südamerika, auf der westlichen Küste von Nordamerika und im südlichen stillen Ocean. Auch in der Mitte Asiens finden sich einige Vulkane. Der Aetna, Vesuv und Hekla sind bekannte Beispiele in Europa. Die Zahl thätiger Vulkane ist jedoch unbedeutend im Vergleich mit den früher vorhandenen; es gibt kaum ein Land (Italien, Frankreich, Großbritannien u. s. w.), welches nicht unzählige vulkanische Krater aufweist, die schon lange aufgehört haben, die Erdrinde zu verändern. Sogar diese erloschenen Vulkane sind unbedeutend im Vergleich mit Bergkettten, wie Pyrenäen, Ural, Anden u. s. w., die durch unterirdische Kräfte gehoben werden mußten.

73. Von der erhebenden Kraft der Vulkane haben wir manche Beispiele in historischen Zeiten; vergleichen wir thätige Vulkane mit alten Bergreihen, so

können wir uns einen Begriff von der ungemeinen Kraft jener zur ersten Zeit der Welt bilden. Während eines Ausbruchs des Aetna wurde ein Raum von etwa 45 Meilen Umfang mit einer 2 Fuß dicken Schicht von Sand und Asche begraben. Im ersten Jahrhundert unserer Zeitrechnung wurden die Städte Herkulanum und Pompeji unter einer solchen Schicht vom Vesuv begraben. Kircher, der 1660 den Aetna und die Umgegend untersuchte, berechnete, daß der ganze von ihm ausgeworfene Stoff zwanzigmal größer sein würde, als der Berg selbst, welcher 10,870 Fuß Höhe und ungefähr 11 Meilen im Durchmesser am Fuß beträgt. 1775 brach ein Strom Lava von etwa einer halben Meile Breite, 4 Meilen Länge und 200 Fuß Dicke hervor. In einer noch früheren Zeit bedeckte ein Strom mehr wie 30 Quadratmeilen. 1538 erhob sich ein großer Berg bei Neapel in einer Nacht, jetzt Monte nuovo genannt. 1759 fand sich in einem Theile Mexiko's, welcher mit Pflanzungen bedeckt war, ein plötzlicher Ausbruch vulkanischer Thätigkeit, welcher mehre Monate anhielt und sechs Anhöhen von 300 bis 1600 Fuß Höhe auf der früheren Ebene erhob. Was auf dem Lande geschah, geschah auch im Meere. Der Boden des Meeres wurde durch denselben Einfluß erhoben, weßhalb manche Inseln im stillen und atlantischen Ocean bloß Anhäufungen vulkanischen Stoffes bilden. „Oweihi," sagt de la Beche, „ist ein auffallendes Beispiel einer solchen Insel. Die ganze Masse, welche eine Oberfläche von 4000 Quadratmeilen bietet, besteht aus Lava oder anderem vulkanischen Stoff, der sich zu Gipfeln von 15 bis 16,000 Fuß über die Meeresfläche erhebt."

74. Erdbeben bieten eine höchst wichtige geologische Wirksamkeit, obgleich dieselbe nicht so am Tage liegt, wie die von Vulkanen. Die Erklärung dieser Naturerscheinung wird später angegeben werden; hier mag nur bemerkt werden, daß sie in der Gegend thätiger Vulkane am heftigsten sind. Erdbeben wirken rein mechanisch, indem sie einige Theile heben und andere senken, Spalten bewirken, den Lauf der Flüsse verändern, den Meerboden über die Fläche des Wassers erheben und festes Land unter das Meer versenken. Bisweilen sind sie so sanft, daß sie nur ein leises Zittern der Erdoberfläche bewirken; bisweilen ist ihr Stoß so heftig, daß die Bildung ganzer Gegenden sich verändert und die Werke des Menschen vernichtet werden. Unter den vielen Beispielen wollen wir noch wenige Erdbeben mit den unheilvollsten Folgen angeben. 1596 wurden mehre Städte Japans vom Meere bedeckt; 1692 versank Port Royal in

Jamaika; 1775 versanken mehre Theile der portugiesischen und afrikanischen Küsten, beim großen Erdbeben von Lissabon, 100 Faden unter das Meerwasser; 1819 versank ein großer Landstrich an der Mündung des Indus, während sich ein anderer erhob; 1822 erhoben sich ungefähr 30 Meilen an der Küste von Chili um 4 bis 6 Fuß; 1843 wurden mehre westindische Inseln furchtbar erschüttert und eine große Masse von Eigenthum zerstört.

75. Die allgemeine Wirkung der Erdbeben macht die Erdrinde an der Oberfläche unregelmäßig, indem sie einige Theile hebt und andere Theile senkt. Durch die Einbildungskraft kann man sich leicht vorstellen, wie eine Landstrecke sich durch wenige Stöße in abgerissene Höhen, Klüfte und Höhlungen verwandelt, oder sogar viele Faden tief unter den Ocean versenkt werden kann. Erdbeben in der Nähe der See sind gewöhnlich mit heftiger Bewegung des Wassers verbunden, Wellen von ungeheuerer Höhe werden auf das Land gerollt (60 Fuß hoch beim Erdbeben von Lissabon), zerreißen die Oberfläche und bilden Massen lockeren Materials.

76. Wie Erdbeben gegenwärtig wirken, müssen sie auch früher gewirkt haben. Beweisen die großen Bergreihen das Vorhandensein einer ausgedehnten vulkanischen Kraft, so sind wir auch zum Schluß berechtigt, daß die Erdbeben in den früheren Zeiten der Erde häufiger und gewaltiger gewesen sein müssen. Bewirken die Erdbeben gegenwärtig Spalten und Senkungen, so lassen sie auch die zahlreichen Zerreißungen und Zerbrechungen erklären, die in Gegenden vorkommen, wo Vulkane und Erdbeben schon lange nicht mehr ihre Wirksamkeit üben.

77. Allmählig erhebende Kräfte scheinen innig mit denjenigen verbunden zu sein, welche vulkanische Ausbrüche und Erdbeben hervorbringen. Wir finden, daß sich Landküsten und Meeresufer ohne bemerkbare heftige Erschütterungen erheben. Beispiele dieser Art hat Herr Lyell an den Ufern der Ostsee entdeckt, wo Orte, die vor einem Jahrhundert mit der Fläche des Meeres gleich lagen, jetzt mehre Fuß darüber erhaben sind, und wo sogar eine Veränderung mehrer Zoll seit 1820 stattfand.

78. Von der Ausdehnung dieser Kräfte in früheren Zeiten haben wir keine Kunde; sogar gegenwärtig können Unterschiede in der Fläche des Meeres und Landes so allmählig eintreten, daß sie unserer Beobachtung entgehen. Wo das Meer längere Zeit auf das Land eingewirkt hat, bildet es meist ein Ufer von schiefer Ebene, auf welches die Flut steigt und fällt. Wird das Land er-

hoben oder das Meer gesenkt, so bleibt die Form der Küste und läßt sich sowohl nach der ebenen Form wie nach der Natur des Kieses, Sandes und der Muscheln, woraus sie zusammengesetzt ist, nachweisen. Solche alte Küsten findet man in verschiedenen Theilen der Erde in Erhebungen von 8 — 60 Fuß; sie zeigen offenbar, daß ein Wechsel des Meeres und Landes auf großen Flächen sich vorfand, geben aber kein Zeugniß, ob der Wechsel plötzlich oder allmählig eintrat. Am Ufer des Forth und Clyde in Schottland, auf der Ostküste Englands, an der Küste Frankreichs und Portugals ist ein sehr auffallendes Ufer dieser Art, welches sich 40 — 50 Fuß hoch über die jetzige Meeresfläche erhebt. Diese Terrasse besteht aus runden Kieselsteinen, Kies, Sand und Seemuscheln, ein Material, das gewöhnlich die Ufer bildet.

79. Wie einige Theile des Landes erhoben werden können, so können andere gesenkt werden. Wir finden Baumstümpfe unter der gegenwärtigen Oberfläche des Meeres, welche deutlich beweisen, das Land, worauf sie wuchsen, sei versenkt worden. Ob aber diese alten Erhebungen und Senkungen in einer Stunde oder in vielen Jahren, ob ruhig oder heftig stattfanden, läßt sich nicht bestimmen.

Vulkan, nach dem alten Gott des Feuers benannt, von dem man glaubte, er wohne unter dem Berg Aetna und schmiede die Donnerkeile Jupiters.

Lava, Masse geschmolzener Stoffe, die von Vulkanen während eines Ausbruchs ausgeworfen werden. Lockere Massen, Bruchstücke von Gestein begreift man unter dem Namen Schlacken.

Krater, nach dem griechischen Wort für Becher, weil die Mündung des Vulkans einem Becher ähnlich ist. Gewöhnlich ist der eine Rand etwas niedriger wie der andere, weil die vorherrschenden Winde den größeren Theil des Materials an die entgegengesetzte Seite tragen.

Organische Wirksamkeit.

80. Die organische Wirksamkeit ist, mit den beschriebenen verglichen, verhältnißmäßig unbedeutend in Bezug auf die Veränderung der Oberfläche. Sie erhebt oder häuft an und kann entweder auf dem trockenen Lande, oder in Flüssen oder in Salzwasser wirken, je nachdem die Natur der Pflanzen und Thiere ist, wovon sie ausgeht. Sie wirkt unverhältnißmäßig langsam, ruft aber die interessantesten Erscheinungen hervor, womit die geologische Forschung uns

bekannt gemacht hat. Organische Wirksamkeit zeigt sich in zwei Hauptabtheilungen von Pflanzen und Thieren.

81. Der Pflanzenwuchs wirkt in zweierlei Weise: 1) indem er Anhäufung von Stoff, z. B. Torf, bildet; 2) indem er den Boden gegen die Kraft der Regen und Winde, Erhebungen zu vermindern, beschützt. Ausgedehnte Flächen von Triebsand würden sich fortwährend verändern, wenn nicht ein Pflanzenwuchs sich auf ihrer Oberfläche ansammelte; alle Bodenarten würden bei Dürre und Regen weggeweht oder weggeschwemmt werden, wenn sie nicht ein Rasen bedeckte. Meerpflanzen sind sehr vergänglich und üben keinen bemerkbaren Einfluß auf die Erdrinde. Erdpflanzen haben einen sehr verschiedenen Charakter sowohl hinsichtlich der Zahl, wie der Größe und des Materials; ihnen verdankt man hauptsächlich die Ablagerungen von Pflanzenstoff in jedem Zeitalter der Welt.

82. Bäume und Pflanzen werden jährlich durch Flüsse fortgeführt und unter die erwähnten Sand- und Schlammlager niedergelegt. Im Missisippi finden sich häufig angeschwemmte Bäume mit Wurzeln und Buschwerk von mehreren Meilen Länge und 6—10 Fuß Dicke. Alle Sümpfe und seichte Wasser erzeugen unzählige Wasserpflanzen, welche von Jahr zu Jahr wachsen und verwesen, bis ihre Ueberbleibsel im Lauf von Jahrhunderten dicke Torfanhäufungen erzeugen. Torfmoore von manchen Meilen Oberfläche und von 4 — 20 Fuß Dicke finden sich z. B. in Schottland und Irland und enthalten Reste von Bäumen und Thieren, die einst das Land bewohnten. Der Pflanzenwuchs erleidet sehr den Einfluß des Klimas, und ist üppiger und riesenhaften in wärmeren, wie in kälteren Gegenden; während sich Torf in den Sümpfen Irlands erzeugt, trägt der Missisippi die Fichten Amerika's und der Ganges die Palmen, baumartigen Gräser und Farnkräuter der indischen Jungeln hinab.

83. Ueber den Pflanzenwuchs der frühesten Zeiten können wir nur nach den fossilen Resten im festen Gestein urtheilen; vergleichen wir die Pflanzen der Kohlenschicht mit den jetzt existirenden, so sind wir zu dem Schlusse berechtigt, daß die Erde zu gewissen Zeiten einen üppigeren und riesenhafteren Pflanzenwuchs trug. Steinkohle ist ebensowohl wie Torf eine Masse veränderter Pflanzen und Bäume; bedenkt man, wie viele Lager von Kohlen sich übereinander befinden, wovon einige 10, 15 und 20 Fuß Dicke haben, so kann man auf die ungeheuere Masse von Pflanzen schließen, welche in diese eine Bildung zusammengedrängt wur-

den. Man muß die gegenwärtige Bildung von Pflanzenablagerungen und die Abhängigkeit der Pflanzen von Temperatur und Klima beachten, sonst könnte man mehre Erscheinungen nicht erklären, welche sich in der geschichteten Oberfläche der Erde vorfinden.

84. **Thierisches Leben äußert ebenfalls Wirksamkeit, indem es die feste Masse der Erdfläche vermehrt.** Im Allgemeinen sind die Reste der Thiere sehr vergänglich, deßhalb bilden ihre Knochen, Zähne und und Muschelschalen, wie zahlreich man sie auch vorfindet, nur einen kleinen Theil des Gesteins, worin sie gehüllt worden sind. Deßhalb kann thierisches Leben in dieser Hinsicht nicht als einflußreich auf Veränderung der Erde gelten; wir können alle Skelette von größeren Thieren, die unter Schlamm, Sand und Kies auf den Boden von Seeen und Meeren niedergelegt werden, als wichtig nicht in Rechnung bringen. Die kleinsten Formen des Lebens dienen hauptsächlich dazu, Ablagerungen dieser Klasse zu bilden, z. B. Korallen, Muschelthiere und einige Kruster.

85. **Durch die Arbeit des Korallenthierchens** bilden sich jene ausgedehnten Riffe von festen Korallen oder Kalksteinen, die den Seefahrern des stillen Meeres wohl bekannt sind. Diese Riffe erheben sich in Massen von verschiedener Form; bisweilen als Inselchen, bisweilen als kreisförmige Ringe, die einen See von Salzwasser umschließen, meist jedoch in abgebrochenen Reihen von 20 bis 100 Fuß Dicke. Das große Riff, welches der Linie der Nordküste Neuhollands folgt, ist länger wie 1000 Meilen und in einem Theile von mehr wie 350 Meilen findet sich keine Durchfahrt. Das Thierchen ist kaum so groß wie ein Nadelknopf; es ist sternförmig, von weichem gallertartigen Bau; 10,000 vereinigen sich in der Arbeit, einen einzigen Korallenzweig zu erbauen. Untersucht man ein Korallenstück, so ist die Oberfläche mit kleinen sternartigen Oeffnungen punktirt; jede derselben enthält ein Thierchen und der Zwischenraum ist mit einer Haut bedeckt. Diese Thierchen besitzen die Kraft, Kalkstoffe aus dem Meere abzusondern; sie sind unaufhörlich in Thätigkeit und manche Riffe erheben sich im Lauf weniger Jahre. Sie beginnen ihre Arbeit nicht in großen Tiefen, sondern heften ihren Bau an Gestein, das sich nur 60 — 100 Fuß unter der Oberfläche befindet; so haben die Korallenriffe Antheil an der Gestalt der unter dem Meere befindlichen Höhen, woran sie sich heften. So wie ihr Bau sich der Oberfläche nähert, lösen Wellen und Strömungen große Stücke ab, die entweder ans Land ge-

trieben werden und am Ufer sich ablagern, oder sich auf der Oberfläche des wachsenden Riffes anhäufen, bis derselbe sich über die See erhebt. Wenn das Thierchen die Oberfläche erreicht, unterbricht es seine Wirksamkeit; die folgende Erhebung zu Inseln und Festland geschieht durch Wellen und Fluten und durch die erhebenden früher beschriebenen Kräfte.

86. Korallen bestehen beinahe gänzlich aus reinem Kalkstein und finden sich in allen Stufen der Festigkeit; von der offenen porösen Masse an mit dem lebenden Thier bis zum harten Kalkstein, worin sich kaum eine Spur des Thieres erkennen läßt. Es gibt verschiedene Arten der Korallenthierchen, von denen jede Art einen verschiedenen Bau aufführt: darnach hat man ihm verschiedene Namen gegeben, z. B. Baumkoralle, Fächerkoralle u. s. w. Von welcher Art aber auch die Form sein mag, so ist der von ihnen gebildete Stoff derselbe. Man findet sie im südlichen Ocean, im indischen Meere, im rothen Meere u. s. w. So wie es gegenwärtig geschieht, geschah es auch in den früheren Weltperioden; mehre der Kalksteinlager in der Tiefe der Erdrinde sind durch dieselbe Art organischer Wirksamkeit gebildet worden.

87. Muschelthiere haben wie Korallenthiere die Kraft, Kalkstoff aus dem Ocean abzusondern. Im ersten Fall bildet der abgesonderte Stoff eine Decke oder Einschließung des Thieres; im zweiten ist das Thier nur äußerlich, und der Bau bildet nur eine Grundlage seiner Wirksamkeit und ein weiteres Feld für die Vermehrung seiner Art. Es ist eine ungeheure Mannigfaltigkeit von Muschelthieren vorhanden, allein nur wenige Arten finden sich in großer Zahl und Muschellager entstehen nur durch die Wirksamkeit von diesen. Die Auster bietet ein bekanntes Beispiel. Sie lebt in großen Lagern oder Bänken, die einen Raum von einigen Morgen bis auf eben so viele Meilen bedecken. Man hat bemerkt, daß Schalthiere hauptsächlich in seichtem Wasser am Ufer leben. Deßhalb sind sie auch dem Umstande mehr ausgesetzt, daß Anschwemmungen von Fluten und Flüssen sie bedecken. Auf erhobenem Ufer und in Deltas finden wir solche Anhäufungen von Schalthieren oft von mehren Fuß Dicke und in derselben Form, worin sie im Wasser lebten. Sind ausgedehnte Lager von Schalthieren jetzt vorhanden, und findet man sie in den Anschwemmungen von Deltas und Seeen angehäuft, so läßt sich das Vorkommen dicker Mas-

sen von Muscheln oder Kalkstein, der aus Muscheln gebildet ist, unter festen Gesteinschichten leicht erklären.

88. Obgleich Korallen- und Schalthiere die wichtigsten Thierreste sind, welche das Material der Erdrinde vermehrten, so darf man doch die Reste anderer Thiere nicht aus den Augen setzen, denn aus diesen allein können wir Schlüsse über die frühern Zustände der Erde oft uns bilden. Die Reste von Elephanten, Löwen und Tigern können von den Wassern des Ganges hinabgetragen und im Delta niedergelegt werden; die des Rhinozeros, Nilpferdes und Straußes vom Niger; die des Büffels, des Elenthiers vom Missisippi; während die Flüsse Großbritanniens keine solche Reste zum Ocean tragen. Der Sand, Schlamm und Kies aller dieser Flüsse ist ziemlich ähnlich; bilden sie nachher ein Gestein, so kann der Geolog nur durch die Art des von diesen enthaltenen Fossilien auf den Zustand des Landes schließen.

89. Die Bildung der Korallenbänke und Muschellager ist eine allmählige und gewöhnliche Erscheinung; Muscheln anderer Schalthiere können aber durch heftige Stürme und vulkanische Ausbrüche unter dem Meere, die mit schädlichen Dünsten, Wärme und erstickende Bewegung des Schlamms im Ocean begleitet sind, vergraben sein. Die Art, worin Pflanzen- und Thierleben, auf die Erdrinde Einfluß üben mag, ist sehr verwickelt und verschieden, jedoch die erwähnte ist die wichtigste und augenscheinlichste.

Wiederholung.

90. Wie in dem vorhergegangenen Abschnitt dargestellt wurde, lassen sich die Ursachen der Veränderung der Erdoberfläche in 4 Klassen eintheilen — in die Wirksamkeit der Atmosphäre, des Wassers, Feuers und in die organische. Die ersten beiden erniedrigen die Erhöhungen und würden, wenn keine andere Kräfte entgegen wirkten, das Festland zuletzt auf die Oberfläche des Meeres hinabbringen; die letztern üben den Einfluß der Erhebung und Anhäufung, und erhalten so jene Erhebung und Verschiedenheit des trocken liegenden Landes, welche für Erhaltung des thierischen und Pflanzenlebens nothwendig sind. Um dem Gedächtniß zu Hilfe zu kommen, wollen wir sie hier kurz zusammenstellen:

Ursachen, welche die Erdoberfläche erniedrigen.

Atmosphärische.	Die des Wassers.
Winde,	Regen, Schnee u. s. w.
Frost,	Quellen,
Wärme und Licht,	Flüsse,
Gasige Beimischung.	Wellen, Strömungen, Fluten.

Erhebende Ursachen.

Die des Feuers.	Organische.
Vulkane,	Anhäufungen von Pflanzenstoff wie Torf u. s. w.
Erdbeben,	
Allmählige Erhebung.	Thierische Anhäufungen wie Korallenriffe u. s. w.

91. Wenn also Winde, Frost, Regen, Flüsse u. s. w. die feste Rinde fortwährend abreiben und die fortgeführten Trümmer auf den Boden der Seee und Meere niederlegen; wenn diese Lager durch Druck, chemische Vorgänge oder Wärme fest werden, und alsdann durch Vulkane und Erdbeben sich zu trockenem Lande erheben, so muß die Oberfläche der Erde einem beständigen Wechsel unterworfen sein. Dieser Wechsel kann langsam und allmählig, oder plötzlich und augenscheinlich eintreten. Jedenfalls aber muß die Oberfläche der Erde vor vielen tausend Jahren von der jetzigen sehr verschieden gewesen sein. Was damals vom Meere bedeckt wurde, kann jetzt trockenes Land sein, was trockenes Land war, kann später wieder ein Meer und dann wieder ein trockenes Land geworden sein. Dieser Wechsel wird stets durch die Arten der Ablagerungen oder des Gesteins, welches auf dem Boden des Meeres niedergelegt war, offenbart werden; daher läßt sich die geologische Geschichte der Erde nur durch deren Gesteinschichten entdecken. Da aber diese Schichten durch vulkanische Wirksamkeit erhoben wurden, sind Massen, die durch Feuer hervorgebracht wurden, häufig damit vermischt; daher finden wir nicht allein geschichtetes Gestein in Wasserablagerungen, sondern ebensowohl ungeschichtetes, das durch Feuerschmelzung erzeugt worden ist. Ferner enthalten alle vom Wasser ursprünglich abgelagerten Schichten mehr oder weniger Reste von Pflanzen und Thieren, die während der Zeit der Ablagerung vorhanden waren. Die Betrachtung dieser Versteinerungen bietet dem Geologen Vorstellung von der Art des Lebens, womit damals die Erde und die Gewässer bevölkert waren. Dieses geschichtete und ungeschichtete Gestein bildet mit den darin enthaltenen Thier- und Pflanzenresten die feste Erdrinde, deren

Bau, Zusammensetzung und Bildung in der Geologie dargestellt wird.

Absondern, die Thätigkeit organischer Körper, wie Thiere und Pflanzen, aus Stoffen gewisse Theile in sich aufzunehmen und zur Verwandlung in die eigene Körpermasse umzubilden, z. B. Kalk aus Meerwasser bei Korallen, sonst Absonderung aus jeder Nahrung u. s. w.

Mineralstoffe, welche die Erdrinde zusammensetzen.

92. Die Mineralstoffe, welche die Erdrinde bilden, sind sehr zahlreich und mannigfach; gewöhnlich kennt man sie unter dem Namen Steine, Mineralien, Erde und Salze; geologisch werden sie mit dem allgemeinen Namen Gestein bezeichnet. Die einzelnen Mineralien und Elementarstoffe, woraus sie zusammengesetzt sind, gehören in die Wissenschaften der Mineralogie, Metallurgie und Chemie. Von der Oberfläche der Erde an bis zur größten bekannten Tiefe lassen sich 2 Hauptklassen von Gestein nachweisen, Geschichtetes und Ungeschichtetes. Das Geschichtete ist durch Niederschläge aus dem Wasser entstanden; deßhalb nennt man es auch eine Wasserbildung oder Ablagerung. Das Ungeschichtete ist durch Feuer geschaffen worden und ist unter dem Namen vulkanisch oder Feuerbildung bekannt. Folgender Holzschnitt stellt geschichtetes und ungeschichtetes Gestein vor.

Fig. 7. Ungeschichtetes Gestein. Geschichtetes Gestein.

93. Bei jedem Gestein werden 3 Hauptmerkmale ins Auge gefaßt — der mechanische, mineralische und chemische Charakter. Obgleich es hier unmöglich ist, die drei vollständig zu behandeln, ist eine gewisse Kenntniß der Kunstausdrücke auch hier nothwendig.

94. Das mechanische Gefüge oder die mechanische Struktur des Gesteins ist dasjenige, welches

sich im allgemeinen Anschein der Masse, wie sie in der Erde vorkömmt, oder in Theilen der Masse darbietet. Es hat mit der Zusammensetzung nichts zu schaffen und betrachtet allein den dargebotenen Anschein, mag das Gestein Schiefer, Kalk oder Steinkohle sein. Z. B. einiges Gestein ist in Lagern angeordnet, und diese können noch in dünnere Platten zerspalten werden (Schiefer); anderes findet sich in Säulen (Basalt), und diese Säulen lassen sich in kleine prismatische Stücke zerbrechen. Dies Gefüge ist rein mechanisch und wird von Geologen in das äußere und innere eingetheilt; ersteres bezieht sich auf die bloße äußere Form, Letzteres auf die Form der kleineren Stücke, in welche die Masse zerbrochen werden kann. Das äußere Gefüge z. B. ist bei Steinkohlen geschichtet; indeß das innere ist verschieden, z. B. Grobkohle läßt sich in kleine Würfel, Schieferkohle in schieferige Abtheilungen und Kännelkohle in unregelmäßige Stücke mit muschelgleicher Oberfläche zerbrechen.

95. Die Ausdrücke, um die Verschiedenheiten des Baues zu beschreiben, sind der leichteren Verständlichkeit wegen nützlich. Folgende sind die häufigsten:

Massiv, was in großen Massen ohne bestimmte Form vorkömmt.

Amorphisch, ohne regelmäßige Form; amorphisch und massiv ist verwandt.

Cubisch, würfelförmig, in Quadratmaßen, die Würfeln gleichen, z. B. einige Grünsteine.

Prismatisch, mit Flächen und Ecken wie ein Prisma.

Säulenförmig, in Säulen oder Pfeilern (Basalt).

Lager, Bett, Ablagerung, gleichbedeutende Ausdrücke für eine Ausbreitung in parallelen Massen.

Schiefrig, wird beim Gestein gebraucht, das sich in dünne Abtheilungen oder Schiefer spalten läßt.

Blätterig, wenn die Schieferplatten sich in noch kleinere Abtheilungen spalten lassen.

Schuppig, wenn abgebrochene Stücke einen schuppigen Anschein haben (Glimmer).

Fibrös, faserartig, wenn die Minerale ein faseriges Gewebe zeigen, wie Asbest; nadelförmig wenn die Fasern spitzig zulaufen.

Blasenartig, cellenförmig, wenn das Gefüge des Gesteines voll von kleinen Blasen oder Cellen ist.

Körnig, wenn das Gestein aus verschiedenen kleinen Körnern zusammengesetzt ist (Granit).

Zuckerförmig, wenn die einzelnen Körner einen gleichmäßigen krystallinischen Anschein darbieten, wie Zucker.

Porös, wenn das Gefüge offen, voll von Poren ist, wie Bimsstein.

Zerreiblich, bröckelig, wenn es leicht sich zerkleinern läßt; erdig, von weichem Gefüge, ähnlich dem der Dammerde; compakt von festem Gefüge.

96. Der mineralische Charakter des Gesteins hat Bezug auf die Zahl und Anhäufung der einfachen Mineralien, woraus es gebildet ist. Ein Stück Granit z. B. besteht aus bestimmten Krystallen von Feldspath, Quarz und Glimmer. Im Allgemeinen finden sich Mineralien in bestimmter Form, wie Würfel, Prismen u. s. w. bei dem durch Feuer gebildeten Gestein; während die Ränder und Ecken des im Wasser entstandenen gebrochen und abgerieben sind. Einiges Gestein ist einfach, d. h. es besteht nur aus einem Mineral, z. B. Kalkstein; anderes ist zusammengesetzt, oder von mehren Mineralien gebildet, z. B. Granit; einiges scheinbar einfaches besteht in Wirklichkeit aus mehren genau mit einander verbundenen Mineralien, z. B. gewisse Arten Sandstein.

97. Es gibt einige Hundert einfacher Mineralien, die in Form, Farbe, Glanz, Härte, Zusammensetzung u. s. w. verschieden sind. Die Betrachtung dieser Kennzeichen gehört in die Mineralogie; indeß ist für die Kenntniß der Geologie auch diejenige von Mineralarten nothwendig, die in der Zusammensetzung des Gesteins am meisten vorkommen. Es sind:

Quarz, z. B. die harten weißen Krystalle des Granit und die weißen Körner im Sandstein.

Feldspath, die weichen graulichen Krystalle im Granit, die man leicht abschälen kann.

Glimmer, die glitzernden, schuppigen Theile im Granit; in kleinern Schuppen findet er sich auch im Sandstein und ertheilt diesen einen silberartigen Anblick.

Hornblende, ein schwarzes oder dunkelgrünes Mineral, bisweilen im Granit anstatt des Glimmers. Granit heißt alsdann Syenit. Hornblende hat den Namen von ihrem hornartigen Bruch.

Aktynolith, so benannt von dem dornigen Anschein seiner Krystalle. Er ist von graulich grüner Farbe und findet sich in mehren der früheſten Schieferbildungen.

Augit, ein grünliches Mineral in manchen Feuerbildungen; es ist das charakteristische Mineral einer Klasse, wozu Hornblende und Aktynolith gehören.

Diallage, auch Schillerspath genannt, ein oli-

venfarbiges, schwärzlich oder gelblichgrünes Mineral von blätterigem Gefüge mit Metallglanz.

Schörl, in schwarzen prismatischen Krystallen, bröckelig und glänzend, durch Wärme und Reibung elektrisch.

Chlorit, von grünlich schwärzlicher Farbe, von krystallisirtem oder blätterigem Gefüge; im letzteren Zustande bildet er den größeren Theil von einem grünlichen Schiefer, Chloritschiefer genannt.

Grünerde, ein grünes, erdiges mit Chlorit verwandtes Mineral, welches sich in vielen Trappgesteinen reichlich vorfindet.

Talk, ein durchsichtiges dem Glimmer ähnliches Mineral, aber weicher und nicht elastisch.

Steatit, alles Gestein, welches dieses Mineral enthält, fühlt sich fettig an; man nennt es bisweilen Speck- oder Seifenstein.

Granat, ein röthliches oder weinfarbiges Mineral, das sich in einigem Glimmerschiefer und vulkanischem Gestein vorfindet.

Kohlensaurer Kalk, z. B. reiner Marmor, Kreide.

Kohlensaure Magnesia, lithographischer Kalkstein besteht aus kohlensaurer Magnesia und kohlensaurem Kalkstein.

Schwefelsaurer Kalk, z. B. Gyps.

Chlorid von Sodium, Küchensalz; es findet sich im Seewasser und bildet in Massen Steinsalz.

Bitumen, ein entzündbares Mineral, flüssig im Steinöl, fest im Asphalt, gemischt in der Steinkohle.

Eisenoxyde und schwefelsaures Eisen. Rost ist Eisenoxyd; kleine gelbe Würfel im Dachschiefer sind schwefelsaures Eisen.

98. Die häufigsten Gesteine bilden sich durch die Verbindung der genannten Mineralien. Durch bloße Beschreibung kann man sich keine genaue Vorstellung davon bilden; Ansicht von folgenden Stücken ist nothwendig:

Granit.	Feldspathgestein.	Quarzgestein.
Syenit.	Thonstein.	Sandstein.
Grünstein.	Hornstein.	Thonschiefer.
Basalt.	Pechstein.	Schieferthon.
Labrador, Hornblende.	Gneiß.	Feuerstein.
Schillerspath.	Glimmerschiefer.	Quarzdrusen.
Serpentinstein.	Chloritschiefer.	Kalkstein.
Wacke.	Hornblendeschiefer.	Steinkohle.

99. Der chemische Charakter des Gesteins hat keinen Bezug auf das mechanische Gefüge oder die Anhäufung der Mineralien. Nach den Darlegungen der Chemie sind alle natürlichen Körper, von welcher Form und Gefüge sie auch sein mögen, aus 45 einfachen oder Elementarkörpern zusammengesetzt. Granit besteht in mineralogischer Hinsicht aus Quarz, Feldspath und Glimmer; allein diese drei Mineralien bestehen wieder aus chemischen Elementen; Quarz z. B. ist eine Zusammensetzung aus dem Metall Silicium und Sauerstoff.

100. Unter den Elementarstoffen sind bei dem gewöhnlichen Druck und Temperatur der Atmosphäre fünf gasartig: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Chlor und Fluor.

Sieben sind nicht metallisch, fest und flüssig: Brom, Jod, Schwefel, Phosphor, Selenium, Kohle und Boron.

Dreizehn sind feste Metalloide, die Verbindungen mit Sauerstoff eingehen, um Erden und Alkalien zu bilden: Sodium, Potassium, Lithium, Aluminium, Silicium, Yttrium, Glucium, Thorium, Calcium, Magnesium, Circonium, Strontium, Barium.

Neunundzwanzig sind Metalle, sämmtlich fest, mit Ausnahme des Quecksilbers: Mangan, Zink, Eisen, Zinn, Kadmium, Arsenik, Antimonium, Kupfer, Molybdän, Uranium, Tellurium, Chromium, Cerium, Nickel, Vanadium, Kobalt, Blei, Tungstein, Titanium, Quecksilber, Columbium, Wißmuth, Osmium, Silber, Palladium, Rhodium, Platin, Gold, Iridium.

101. Nur wenige der sogenannten fünfundvierzig Elemente finden sich als bedeutend in der Bildung der Gesteinmassen, welche die Erdrinde bilden. Die am meisten vorherrschenden sind Sauerstoff, Kohle, Schwefel, Aluminium, Silicium, Potassium, Sodium, Calcium, Magnesium und Eisen. Sauerstoff aber herrscht am meisten vor; er findet sich in Verbindung mit jedem andern Stoffe und bildet wahrscheinlich vollkommen die Hälfte von allen wägbaren Stoffen der Erdkugel.

102. Nach den vorhergehenden Bemerkungen über den mechanischen, mineralischen und chemischen Charakter des Gesteins ergibt sich die Nothwendigkeit von der Kenntniß derselben bei der richtigen Nachforschung über die Beschaffenheit der Erde. Allerdings kann die geologische Forschung ohne genaue Kenntniß der Mineralogie und Chemie getrieben werden, allein diese beiden können die erstere sehr unterstützen. Um dies durch ein bekanntes Beispiel zu er-

läutern, so ist Granit in geologischer Hinsicht ein ungeschichtetes, massives, körniges Gestein, welches aus gewissen Bestandtheilen besteht; nach seinem allgemeinen Gefüge muß er durch Feuer entstanden sein und gilt als die Grundlage alles geschichteten Gesteines. Für den Mineralogen sind diese Thatsachen von geringer Wichtigkeit; er betrachtet den Granit als aus drei bestimmten Mineralien bestehend — aus Quarz, Feldspath und Glimmer — und er ordnet alsdann diese Mineralien in Klassen, nach ihrer Gestalt, Farbe, Glanz u. s. w. Allein eine Kenntniß dieser Mineralien hilft auch dem Geologen; während er jene Theile im Granit regelmäßig krystallisirt findet, erkennt er sie als gebrochen und im Wasser abgerieben im Gneiß, und bildet daraus den Schluß, daß der Gneiß aus den getrennten Theilchen des Granites gebildet sein mußte. Dem Chemiker sind ferner geologische Schlüsse und mineralogische Eintheilungen nur untergeordnete Gegenstände; er nimmt die einfachen Mineralien, löst sie in ihre einfachsten Elemente auf und findet, daß Quarz aus Silicium und Sauerstoff, der Feldspath aus Kieselerde, Alaunerde, Kalk, Pottasche, Eisenoxyd und Wasser besteht; daß Glimmer eine Verbindung von Kieselerde, Alaunerde, Magnesia, Pottasche, Eisenoxyd und Magnesiaoxyd ist. Eine Kenntniß dieser chemischen Thatsachen unterstützt auch den Geologen, weil dieser dadurch befähigt wird, manche Veränderung in dem Gestein und woher die Materialien kamen, sich zu erklären, z. B. Eisen und Thonschiefer läßt sich im Granit nicht erkennen; durch chemische Mittel aber lassen sich Eisenerze und Thonschiefer aus Feldspath und Glimmer herleiten, welche den Granit bilden.

Charakter des Gesteins. Der mechanische Charakter des Gesteins, welcher sich auf äußere Form und inneres Gefüge bezieht, läßt sich leicht erkennen; es ist nicht schwierig, zu bestimmen, ob ein Gestein säulenförmig oder massiv, körnig oder fasernartig ist; die mineralische Zusammensetzung kann aber auch Schwierigkeit erwecken. Gewisse einfache Mineralien wie Quarz und Glimmer sind leicht zu erkennen, meist aber müssen viele Untersuchungen angestellt werden, z. B. mit Geschmack, Geruch, Ankleben an der Zunge, Farbe, Glanz u. s. w. Hiezu ist mineralogische Kenntniß nothwendig, und man muß sich deßhalb mit den vorherrschendsten Mineralien und Gesteinarten durch Anschauung kleiner Sammlungen bekannt machen, wie man sie überall antrifft. Die Darstellung der chemischen Beschaffenheit eines Gesteins erheischt beträchtliche Erfahrung im Laboratorium; indeß kann man mit einer Retorte, Spirituslampe und Löthrohr, mit wenigen guten Probirtiegeln und Säuren die Gegenwart von Stoffen wie Kalk, Eisen, Blei, Schwefel u. s. w. ausfindig machen.

Mittel geologischer Nachforschung.

103. Die Mittel des Menschen, um die Geschichte der Erdkugel zu erforschen, sind von solcher Art, daß man damit zufrieden sein kann. Da die zugängliche Rinde meist aus geschichtetem Gestein gebildet ist, welches in bestimmter Ordnung übereinander liegt, aus gewissen Mineralien besteht und gewisse Arten von Thieren und Pflanzen enthält, so können wir darnach die verhältnißmäßige Zeit bestimmen, welche für die Bildung gewisser Schichten erheischt wurde und nach der Art der Reste zugleich angeben, von welchem Zustand das Klima und andere geographische Verhältnisse in der Periode gewesen sein mußten, als diese Reste begraben wurden. Z. B. Schichten, welche die Reste von Meermuscheln und Fischen enthalten, zeigen deutlich an, daß sie in Meeren abgelagert wurden; diejenigen, welche Süßwassermuscheln und Pflanzen enthalten, daß sie in Seeen und an Flußmündungen entstanden; da gewisse Pflanzen und Thiere jetzt in einem tropischen Klima fortkommen, so müssen ähnliche Pflanzen und Thiere auch in einem ähnlichen Klima gelebt haben. Feinkörnige und dünnschieferige Lager, z. B. Thonschiefer, müssen unter verschiedenen Bedingungen aus einem Lager kiesigen Trümmergesteines niedergelegt worden sein; die Umstände, unter denen die Kohlenbildung vor sich ging, müssen von denjenigen durchaus abgewichen sein, worin der Kalk entstand. Ferner liegen einige Schichten in schiefer Richtung, und da wir wissen, daß jeder Stoff aus dem Wasser in horizontalen Lagern niedergelegt wird, so müssen sich diese Schichten durch eine erhebende Ursache aufwärts gewandt haben. Keine ausgedehnte Erhebung der Erdrinde konnte aber stattfinden, ohne daß Risse, Zerbrechungen, Biegungen und andere Versetzungen der Schichten stattfanden; nach der Größe derselben läßt sich eine Vorstellung von den vulkanischen Kräften bilden, welche dieselben verursachten. So wird der Geolog zu seinen Nachforschungen durch das geschichtete Gestein, dessen Ordnung, Material und organische Reste befähigt.

104. Wäre das geschichtete Gestein in regelmäßig ungestörter Aufeinanderfolge wie die Schale einer Zwiebel geblieben, so hätte man wenig Fortschritte im Entziffern der Erdgeschichte machen können, da die größte senkrechte Absteigung in die Erdkruste sich auf keine Achtelsmeile hin ausdehnt. Da jedoch das Gestein in schräger und unregelmäßiger Lage aufgetrieben wurde, so daß das niedrigste

ebenso auf die Oberfläche gelangte, wie das zuletzt gebildete, so haben Geologen eine regelmäßige Reihe von geschichtetem Gestein, als wäre dasselbe erst gestern niedergelegt, bis zum ungeschichteten Granit als Grundlage ansammeln können. Es gibt zwei Hauptmittel der Nachforschung, künstliche Einschnitte, wie in Kohlengruben, Steinbrüchen und Tunnels, und natürliche Einschnitte, wie sie gelegentlich das Seeufer, Schluchten und Flußkanäle zeigen.

105. Künstliche Einschnitte befördern die geologische Untersuchung auf folgende Weise: Angenommen, eine Reihe Schichten abcd (Fig. 8) finden sich in horizontaler Lage

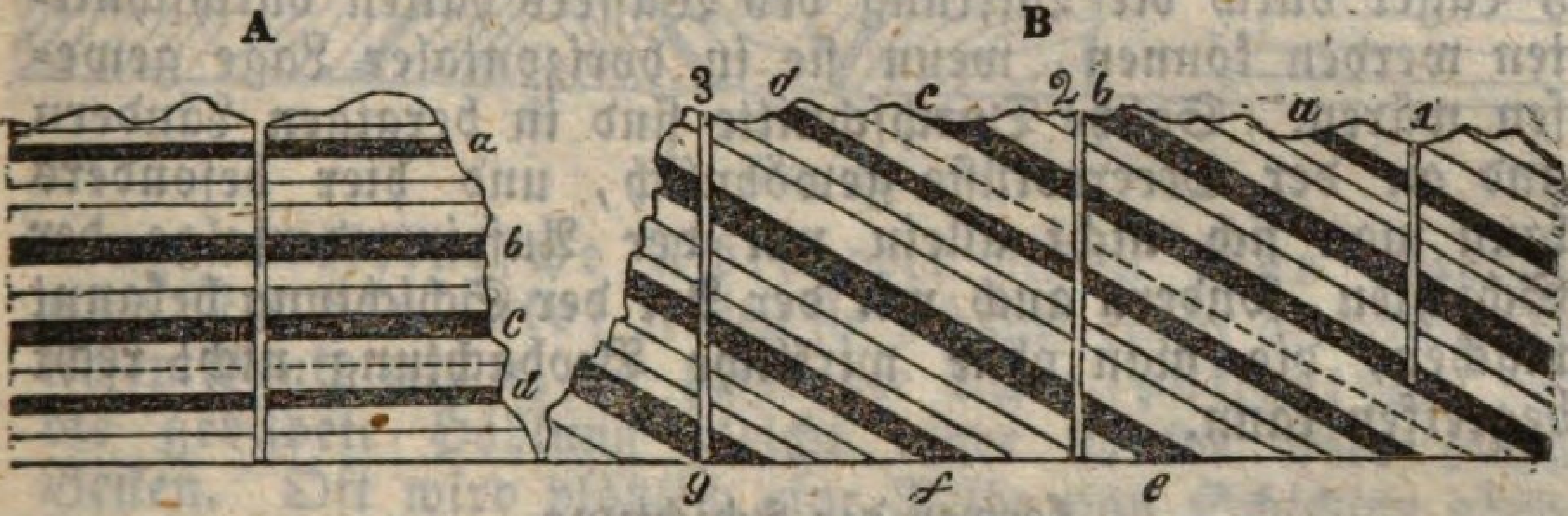


Fig. 8.

A, so können wir mit ihrer Zusammensetzung und Ordnung durch eine dieselbe durchdringende Grube bekannt werden; so aber können wir nicht in eine große Tiefe gelangen, sowohl wegen der Kosten, tiefe Gruben auszuführen, wie auch wegen der Schwierigkeit, das Wasser fortzuschaffen. Ist dieselbe Gesteinreihe jedoch in einer schiefen Richtung hinaufgetrieben (B), so kann jede hineingetriebene Grube unsere Kenntniß vermehren, z. B. die Grube Nr. 1 durchdringt die Kohlenlager abc; Nr. 2 die Kohlenlager cd und e; Nr. 3 die Kohlenlager efg. Indem wir nun das Ergebniß dieser verhältnißmäßig niedrigen Gruben kennen lernen, geben sie uns Kunde von der ganzen Reihe der Schichten, von a bis g, welche man durch menschliche Mittel niemals hätte erreichen können, wenn sie in horizontaler Lage geblieben wären. Durch Sammlung und Vergleichung der Ergebnisse von vielen Gruben und Bohrungen haben Geologen Durchschnitte ausgedehnter Gegenden entwerfen, und so mit dem Gefüge der Erde bis zu ungeheuern Tiefen bekannt werden können.

106. Die ausgedehntesten und am meisten genügenden Durchschnitte sind diejenigen, welche durch Schluchten und durch das Seeufer geboten werden. Folgt der Geolog dem Lauf eines Flusses, wie er in Figur 9 dargestellt ist, so kann er mit mehren Gesteinreihen besser bekannt werden,

Fig. 9.

und ihren mineralischen oder fossilen Charakter besser durchschauen, als wie es bei Bohrungen und Gruben möglich ist. Hier legt das Flußufer die Schichten CD in regelmäßiger Aufeinanderfolge offen dar, während nur 2 oder 3 Lager durch die Wirkung des Wassers hätten durchschnitten werden können, wenn sie in horizontaler Lage gewesen wären. Solche Durchschnitte sind in bergigen Ländern und an der Meeresküste gewöhnlich, und hier besonders kann man sich nicht allein mit der Aufeinanderfolge der Schichten, sondern auch mit der Art der Schichtung bekannt machen, die man ohne wirkliche Beobachtung nicht recht begreifen kann.

Formen der Schichtung.

107. Da das geschichtete Gestein gleichsam den Schlüssel zum Bau und zur Geschichte der Erde bietet, so ist es nothwendig, einige der gewöhnlichsten Formen, worin die Schichtung sich vorfindet, darzulegen. Liegen die Schichten in flacher oder ebener Lage, so heißen sie eben oder horizontal A (Fig. 10), sind sie schräg wie in B, so nennt

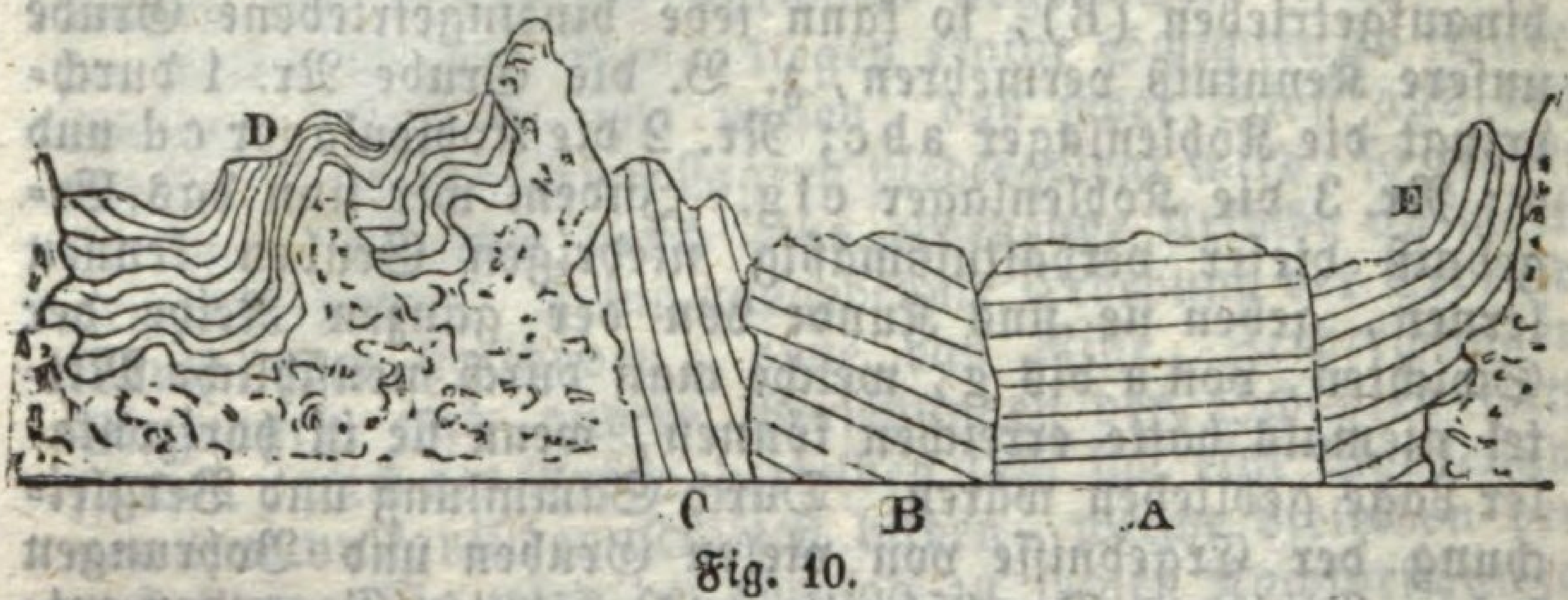


Fig. 10.

man dies einschießen oder fallen, und der Winkel, worin sie zum Horizont stehen, heißt der Neigungswinkel. Sind sie hoch geneigt, wie in C, so nennt man sie scheitelrechte Schichten oder Seigeren; sind sie gedreht und gebogen D, so heißen sie gekrümmt, und wenden sie sich nach allen Richtungen, so nennt man sie Schwärmer; wurden sie plötzlich durch unterirdische Kräfte

nach oben gebogen, so nennt man sie emporstreichende oder aufrichtende.

108. Schichten, welche in zwei entgegengesetzte Richtungen von einem gemeinschaftlichen Rücken sich senken wie in a (Fig. 11), haben, wie man sagt

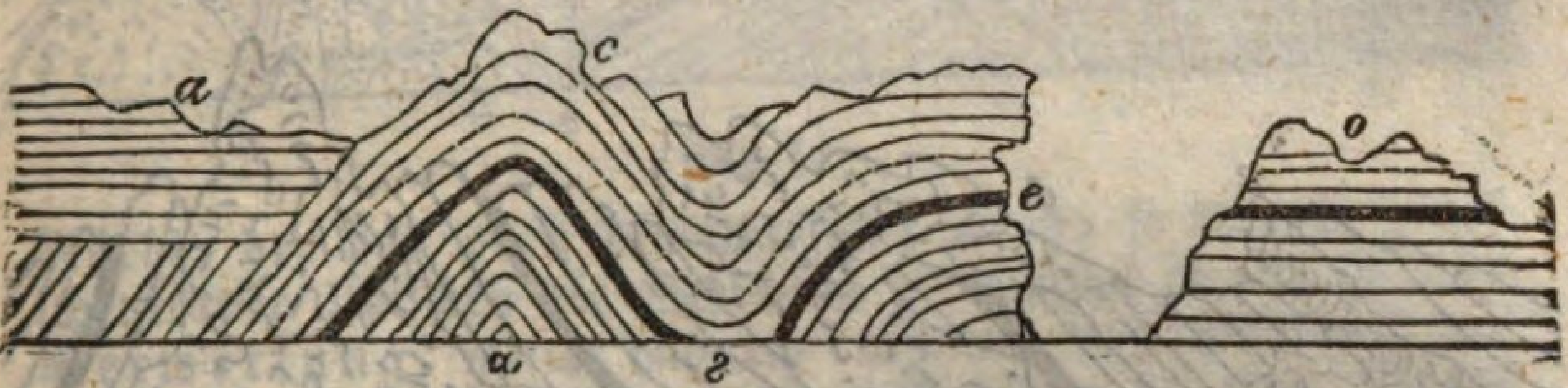


Fig. 11.

eine antiklinische Achse oder bilden eine Sattel- und Muldenlinie; senken sie sich auf einen gemeinschaftlichen Punkt wie s, so heißt die Achse synklinisch, und die gebildete Höhlung gleicht einer Mulde oder einem Becken. Oft wird plötzlich eine Reihe von Schichten abgebrochen oder abgeschnitten (bei e), und bildet alsdann Schichtungsklüfte, worauf die Lager der Hauptreihe in einiger Entfernung sich wieder vorfinden (o). Wenn eine Schicht an die Oberfläche gelangt, so nennt man dies ein Ausgehen oder Ausbeißen. Schichten heißen gleichförmig, wenn sie parallel mit einander gelagert sind, ungleichförmig, wenn eine Reihe von Lagern sich über einer niedrigeren befindet, ohne daß mit der Lage der Letztern die Uebereinstimmung vorhanden ist. Die Schichten in x sind ungleichförmig mit denen, worauf sie liegen. Noch andere Ausdrücke werden auf die Lager und die Neigung geschichteter Massen angewandt; die erwähnten aber sind die hauptsächlichsten.

Lager ungeschichteten Gesteins.

109. Da alles geschichtetes Gestein ursprünglich in beinahe horizontaler Richtung niedergelegt wurde, so müssen die verschiedenen Neigungen und Biegungen desselben durch die Erhebung von Feuerkräften bewirkt worden sein. Ob nun die erhebenden Kräfte durch vulkanische Oeffnungen wirkten und mit Entladungen von ungeschichtetem Gestein begleitet waren, oder ob sie allein als Erdbeben auftraten, so mußten sie noch andere Formveränderungen wie den bloßen Wechsel der Lage hervorbringen. Diese Veränderungen nennt man Durchbrechungen

und sie können mit Entladungen des vom Feuer gebildeten Gesteins begleitet gewesen sein oder nicht.

110. Entladuugen des vom Feuer gebildeten Gesteins zeigen sich entweder als durchbrechend, oder als zwischengeschichtet, oder als überliegend (hängend). Im beiliegenden Durchschnitt ist A einfach eine

Fig. 12.

durchbrechende Masse oder eine Bergkette, welche die ursprünglichen Schichten aus einander reist. B ist eine theils durchbrechende Masse, theils eine überliegende, da sie sich über die Schicht bei d verbreitet hat, C ist sowohl durchbrechend, wie zwischengeschichtet, indem ein Theil der geschmolzenen Masse zwischen die Schicht in e gedrungen ist. Durchbrechende Massen werden durch die ausdehnende Kraft des geschmolzenen Materials von unten bewirkt; überliegende oder hängende Massen dadurch, daß das Gestein in flüssigem Zustand sich über die Oberfläche der Schicht verbreitet; zwischengeschichtetes Gestein entsteht, wenn überliegende Massen durch eine neue Ablagerung von Schichten bedeckt werden. Bisweilen entsteht eine falsche Zwischenschichtung; d. h. wenn die ausdehnende Kraft des geschmolzenen Gesteins eine Schichtreihe über die andere erhoben und sich auf einige Entfernung dazwischen eingedrängt hat. In beiden Fällen zeigt das zwischengeschichtete durch Feuer entstandene Gestein keine Regelmäßigkeit der Schichtung und läßt sich leicht von dem andern unterscheiden.

111. Durchbrechungen der Schichten vermitelst unterirdischen Feuers sind unter dem Namen Adern, Rücken, Verwerfungen, Gesteingänge u. s. w. bekannt. In Figur 13 ist a eine Reihe von Adern, welche geschichtetes und ungeschichtetes Gestein durchdringen; b ist ein Rücken oder Wechsel, an dessen Seiten die Schichten in verschiedene Neigungen geworfen werden; c ist ein Gesteingang, welcher entweder aus feuergebildetem Gestein, das von unten aufgetrieben wurde oder aus Thon und Kies

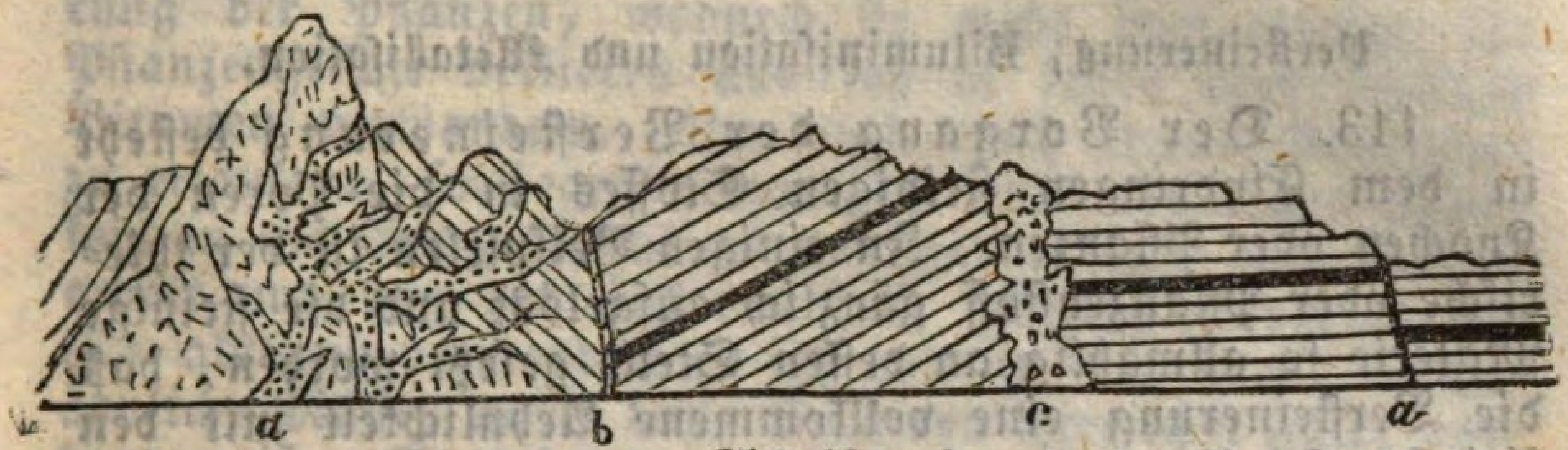


Fig. 13.

besteht, der von oben hineingespült ward, so daß ein Zwischenkörper zwischen die Schichten gedrungen ist; d ist eine Verwerfung, welche dadurch entstand, daß ein Theil der Schichten ohne Veränderung der Neigung in eine niedrigere Fläche geworfen wurde. Natürlich ist der Ausdruck niedergeworfen nur beziehungsweise gebraucht; erscheinen nämlich die Schichten rechts niedergeworfen, so scheinen die links emporgeworfen; ebenso verhalten sich die Ausdrücke aufrichten und verflächen, wie sie der Bergmann für emporsteigen und senken gebraucht, zu der Lage, von welcher aus man sie betrachtet.

Antiklinisch nach dem Griechischen sich nach verschiedenen Seiten biegend, z. B. Schichten, nach Norden und Süden von einem Höhenrücken aus gebogen.

Synklinisch sich auf einen Punkt zusammenneigend.

Gesteingänge sind oft nur wenige Fuß, oft eben so viel Ellen dick.

Oryktologie, Wissenschaft der Fossilien.

112. Fossilien, sowohl pflanzliche wie thierische, nehmen im Allgemeinen Antheil an den Gesteinstoffen, worin sie gelagert worden sind, d. h. kommen sie in Kalkstein vor, so sind sie mehr oder weniger kalkartig; finden sie sich in Kohle, so sind sie mehr oder weniger bituminös u. s. w. Man muß jedoch nicht voraussetzen, daß ein in Kalkstein gefundenes Thier immer ganz kalkartig, oder in Kohle stets bituminös ist; Fossilien bilden oft sehr unregelmäßige Charaktere; bisweilen ist die organische Substanz gänzlich zerstört und hat nur ihren Abdruck hinterlassen. Welchen Wechsel sie aber auch erlitten haben, lassen sie sich der Bequemlichkeit halber in drei Klassen theilen: Wirkliche Versteinerungen, welche in steinige Materie, bituminöse oder verkohlte, die in bituminöse Stoffe verwandelt wurden, und metallisirte Körper, wo der Stoff des Fossils, ob steinig oder verkohlt, durch einen metallischen Stoff durchdrungen worden ist.

Versteinerung, Bituminisation und Metallisation.

113. Der Vorgang der Versteinerung besteht in dem Eindringen steinigen Stoffes in die Poren der Knochen oder Pflanzen. In einigen Beispielen ist der thierische oder Pflanzenstoff gänzlich aufgelöst und die steinige Materie so allmählig an dessen Stelle gesetzt worden, daß die Versteinerung eine vollkommene Aehnlichkeit mit den kleinsten Theilen des ursprünglichen Baues darbietet. Versteinerung hat man künstlich versucht, indem man Knochen in Schlamm, Thon und Kalk begrub; man fand alsdann, daß die Knochen nach einem Jahre härter, schwerer und kaum von wahren Fossilien unterscheidbar wurden. Quellen, die Kalk in chemischer Auflösung enthalten, bieten bekannte Beispiele von Versteinerung, indem sie Moos und Strohtheilchen, Zweige und andere Körper in Kalk oder kalkartigen Stoff verwandelten. Der Kalk ist am meisten unter den versteinernden Kräften wirksam; allein man findet auch Holz in Feuerstein oder Kiesel verwandelt und manche fossile Bäume sind bloße Massen feinkörnigen Sandes oder Quarzes.

114. Der organische Bau von Pflanzen oder Thieren wird durch Versteinerung nicht zerstört. Dies hat man durch vielerlei Versuche bewiesen, z. B. Schnitte fossiler Bäume sind so dünn gemacht worden, daß sie halb durchsichtig waren, wobei sie die Spuren von Pflanzenfasern zeigten; fossile Pflanzentbiere wurden in Säuren gehängt bis der ganze Kalk sich aufgelöst hatte, wobei das thierische Gefüge bestimmt in der ursprünglichen Form und bisweilen in der ursprünglichen Farbe blieb. Hieraus erkennt man, daß der Bau des Organismus mehr oder weniger stets zurückbleibt und eine Grundlage für die versteinernde Auflösung bietet, welche ihn durchaus durchdringt, ohne die Anordnung jener Theile zu zerstören, worauf die charakteristische Form beruht. Durch diese Form werden die Geologen befähigt, die Fossilien mit den noch vorhandenen Pflanzen und Thieren zu vergleichen.

115. Bituminisation ist der Vorgang, wodurch Pflanzen allmählig ihren ursprünglichen Bau verlieren oder durch chemische Wirkung zu bituminösen Körpern werden, d. h. zu entzündbaren Stoffen, wovon die Kohle, Erdpech, Asphalt u. s. w. Beispiele sind. Verwandlung in Bitumen läßt sich als eine Versteinerung betrachten, z. B. wenn einige nicht ursprüngliche Pflanzenstoffe mit bituminösen Stoffen geschwängert werden, wie Fische, die man unter Steinkohlen

fand. Die eigentliche Bituminisation ist aber davon verschieden, und bezieht sich allein auf eine gewisse Veränderung der Pflanzen, wodurch sie mehr oder weniger ihr Pflanzengefüge verlieren und sich in festes oder flüssiges Bitumen verwandeln. Um dies durch etwas Aehnliches zu erläutern, so begrabe man ein Stück thierischen Muskels in die Erde, so daß es genügende Nässe und Wärme erhält und von der äußeren Luft gänzlich ausgeschlossen ist; alsdann verwandelt es sich bald in eine fette, wachsähnliche Masse, worin keine Spur von thierischer Faser vorhanden ist. Schließt man auf gleiche Weise irgend einen Pflanzenstoff von der Luft aus und unterwirft ihn der Wärme und Nässe, so verwandelt sich derselbe bald in eine schwarze, leimige und entzündbare Masse, welche Bitumen heißt. Dies Bitumen findet sich in allen Stufen der Reinheit, rein und flüssig wie Naphtha, ölig wie in Steinöl, leimartig wie in Mineralpech oder Asphalt, elastisch wie in Mineralkautschouk und fest wie in Steinkohle und Gagat; bei Steinkohle verhält sich der Betrag des so gebildeten Stoffes je nach der Menge der beigemischten erdigen Stoffe. Auch Bernstein und gewisse Mineralharze sind Ergebnisse dieser Bituminisation.

116. Der Vorgang dieser Bituminisation, läßt sich ohne chemische Kenntniß nicht verstehen; einige der Veränderungen verwesender Pflanzen mögen jedoch angegeben werden. Wenn Pflanzenstoffe auf der Oberfläche der Erde, der Luft und Nässe ausgesetzt bleiben, so verfaulen sie bald und verwittern zu einem staubartigen Stoff, genannt Dammerde. Werden sie der Nässe ausgesetzt und von der Atmosphäre theilweise ausgeschlossen, so findet sich keine Versteinerung, sondern ein nur zur Hälfte bituminöser Stoff wird hervorgebracht, welcher dem Torfe ähnlich ist. Endlich wenn Pflanzenstoff in der Tiefe jenseits des Einflusses der Luft begraben wird, so entsteht weder Erde noch Torf, sondern ein bituminöser Stoff in verschiedenen Graden der Reinheit und Vollkommenheit. Dieser besondere Vorgang ist erklärt worden als eine den Pflanzenstoffen eigenthümliche Gährung, wenn sich diese in solchen Lagen befinden, daß nicht allein die äußere Luft ausgeschlossen und die Gegenwart der Nässe gesichert wird, sondern daß auch die Entweichung der flüchtigeren Bestandtheile verhindert ist. Allbekannt ist die Art der Gährung, welche bei halb getrocknetem und aufgehäuftem Heue stattfindet; dasselbe läßt Wärme entweichen, wird schwarz an Farbe und entzündet sich häufig. Dieser mit Erwärmung

begleitete Vorgang bringt die bituminöse Gährung hervor, wenn die Pflanzenmasse von der Luft ausgeschlossen und dem Drucke und der Feuchtigkeit ausgesetzt wird. Thierische Reste lassen sich mit Bitumen schwängern, allein nur Pflanzenreste können in Mineralpech, Gagat und Steinkohle verwandelt werden; diese Substanzen sind mehr oder weniger rein, je nachdem Erdstoffe mit ihnen vermischt sind.

117. Metallisation ist der Vorgang, wodurch fossile Reste mit Metallen geschwängert oder gänzlich darin verwandelt werden. Metalle lassen sich auflösen oder sich im Zustand der Auflösung wie in dem der Schmelzung erhalten. In diesem Zustande der Flüssigkeit werden sie durch das sie enthaltende Wasser fortgetragen und dieses Wasser sickert entweder durch die Erde oder mischt sich innig mit den dieselbe bildenden Theilen. Die Schichten, welche die Fossilien einhüllen, enthalten gewöhnlich metallische Stoffe, z. B. Eisen; Thiere und Pflanzen lassen in einem Zustande der Verwesung gewisse Gase entweichen; Wasser ist stets in größerer oder geringerer Menge vorhanden und so bilden die Metallstoffe, die Gase und das Wasser durch chemische Vereinigung zusammengesetzte Stoffe, welche die Poren des Fossils durchdringen und es in einen metallischen Zustand verwandeln. Der so hervorgebrachte Wechsel ist bisweilen nur ein theilweiser, indem die äußeren Theile des Fossils metallartig werden, die inneren aber steinig oder bituminös bleiben; bisweilen wird das Fossil nur mit einer Rinde von Metallsalzen bedeckt; bisweilen werden die ursprünglichsten Bestandtheile des Fossils durch und durch vom Metall geschwängert; häufig aber wird auch die ganze Masse metallisch und jede Spur organischen Baues vernichtet.

118. Durch diese drei Vorgänge — Versteinerung, Bituminisation und Metallisation — sind die Reste von Pflanzen und Thieren, welche einst die Oberfläche der Erde bevölkerten, für uns in den Schichten der Erdrinde aufbewahrt worden. Dies uns aufbewahrte System ist oft so vollständig, daß der Geolog nicht allein Gestalt und Bau erkennen, sondern auch mit Gewißheit über Gewohnheiten entscheiden und bestimmen kann, ob jene im Süß- oder Meerwasser, auf dem Lande oder im Wasser, in tropischem oder gemäßigtem Klima blühten und lebten.

Fossile Botanik und Zoologie.

119. Bevor der Geolog über die Natur der fossilen Pflanzen und Thiere entscheiden kann, bevor er dieselben

in Klassen eintheilt, sie mit den jetzt vorhandenen vergleicht, und die Bedingungen, unter welchen sie leben mußten, angibt, muß er mit den Hauptsachen der Botanik und Zoologie bekannt sein. Hier wäre es nicht am Ort, die charakteristischen Züge dieser Wissenschaften darzulegen, nur eine kurze Angabe der allgemeinsten Eintheilung von Pflanzen und Thieren, wie sie gegenwärtig angenommen wird, mag hier zur Erläuterung dienen.

120. Pflanzen lassen sich in zwei große Abtheilungen, Zellpflanzen und Gefäßpflanzen, eintheilen:

1) Zellpflanzen, ohne regelmäßige Gefäße, aus Fasern bestehend, die sich bisweilen durchkreuzen, Schwämme, Seegräser, Moose u. s. w. Einige dieser Familien entbehren sichtbarer Samenorgane.

2) Gefäßpflanzen mit Gefäßen zu Ernährungs- und Reproduktions- (Wiederwachsen) Organen. Man theilt sie in vier Klassen: 1) ohne vollkommene Blumen (Cryptogamia); zu dieser Klasse gehören mehre der fossilen Pflanzen, z. B. die riesenhaften Farrenkräuter; 2) mit Blumen aber nackten Samen (Phanerogamia gymnospermatica), zu dieser Klasse gehören die Zapfenbäume, wie Fichten u. s. w.; 3) blühende Pflanzen mit einem Samenlappen (Phanerogamia monocotyledonea), z. B. Palmen, Lilien u. s. w.; 4) blühende Pflanzen mit zwei Samenlappen (Phanerogamia dicotyledonea), diese Klasse begreift alle Waldbäume und Gesträuche. Mit Ausnahme der Zapfenbäume oder Fichten hat nur die letzte Klasse einen eigentlichen holzigen Bau, aber auch das Holz der Fichten u. s. w. läßt sich von dem wahren dicotyledonischen Holz leicht unterscheidet.

121. Thiere werden nach Cuvier in vier Abtheilungen eingereiht — Rückgratthiere, Mollusken oder Weichthiere, Gliederthiere und Strahlthiere:

1) Rückgratthiere mit einem Schädel, der Gehirn enthält, mit einem Rückgrat, welches den Haupttheil des Nervensystems umfließt, und mit rothem Blut, Säugethiere, Vögel, Reptilien und Fische.

2) Mollusken oder Weichthiere, ohne Knochengerüst, mit Muskeln, die an die Haut geheftet sind, oft mit einer Schale bedeckt, mit Nerven und Eingeweiden als abgesonderten, durch nervöse Fäden vereinigten Massen. Sie haben ein vollkommenes System des Blutumlaufs und besondere Organe zum Einathmen, z. B. mehre Schalthiere.

3) Gliederthiere — Würmer — Krustenthiere und Insekten. Das Nervensystem derselben besteht aus zwei langen Strängen, die den Körper entlang ziehen und zu Knoten anschwellen.

Würmer, deren Körper aus Ringen besteht, heißen Anneliden und haben rothes Blut; einige bewohnen eine kalkartige Röhre.

4) Strahlthiere begreifen alle Thiere, die man früher Pflanzenthiere nannte. Ihre Organe liegen kreisförmig um einen Mittelpunkt oder eine Achse; sie haben kein bestimmtes Nervensystem, und Spuren des Blutumlaufs lassen sich oft kaum erkennen. Viele dieser Thiere sitzen fest, wie Korallen, andere bewegen sich, wie der Seestern.

122. Außer diesen Abtheilungen, die vom Bau der Thiere abhängen, muß man noch andere fortwährend im Auge halten, nämlich diejenigen, welche von Lebensart, Klima und Lage abhängen. Pflanzen tropischer Länder sind von denen der Polargegenden in Zahl, Größe und Charakter sehr verschieden; Meerpflanzen und Thiere sind von denen wesentlich verschieden, welche süßes Wasser bewohnen; Wasserpflanzen und amphibische Thiere weichen von denen des festen Landes beträchtlich ab. Jedes Pflanzen- und Thiergeschlecht ist vortrefflich geeignet für die Verrichtungen, welche die Oekonomie der Natur ihm angewiesen hat, und mit besonderen Organen nach seiner Nahrung und seinen Gewohnheiten versehen. So zeigt eine Reihe von Organen Schnelligkeit, eine andere Stärke, eine dritte Kraft zu ergreifen und festzuhalten, eine vierte Klettern, Schwimmen oder Springen an; eine fünfte offenbart, das Thier lebe von Wurzeln, Kräutern, oder vom Fleische Anderer.

123. Wie sich die Oekonomie der Thiere und Pflanzen gegenwärtig verhält, so verhielt sie sich auch zu allen Zeiten; so kann der Geolog durch Vergleichung die Charaktere der fossilen Pflanzen und Thiere, welche er entdeckt, bestimmen. Er findet in ihren Charakteren und Skeletten einen Schlüssel für ihre Existenzweise und kann mit Bestimmtheit sagen, ob sie im Wasser oder auf trockenem Lande, in frischem oder Salzwasser, in kaltem oder warmem Klima lebten; ob Thiere sich von Pflanzen oder andern Thieren nährten, ob sie mit Organen versehen sind, die ein amphibisches Leben anzeigen. Da nun gewisse Klassen von Pflanzen und Thieren gewisse Zustände der Welt anzeigen, so kann der Geolog nach ihren Resten die vergangene Geschichte der Erde entziffern und so zu denjenigen Schlüssen gelangen, welche den Zweck aller wahren geologischen Nachforschung bilden.

Versteinerungen werden meist nur nach dem Mineralstoff beschrieben, der sich am reichlichsten in ihrer Bildung vorfindet, z. B. kalkartige, kieselartige &c.

Bitumen, eine Mannigfaltigkeit entzündbarer Mineralstoffe, die

wie Pech an offener Luft mit einer Flamme brennen, Naphtha, Erdöl und Asphalt, wahrscheinlich sämmtlich von Pflanzenursprung. Stoffe, die mit diesen Erdharzen geschwängert sind, heißen Bituminöse.

Bituminöse Gährung. Jeder Pflanzenstoff ist je nach dem Grade der Wärme, Luft und Näffe, den Zuständen der Gährung unterworfen, die man als Zucker-, Wein-, Essiggährung, faulige und bituminöse Gährung, bezeichnet; z. B. Zucker offenbart sich beim Malzen und beim Reifen der Früchte; wird Wasser und Wärme angewandt, so tritt die Weingährung ein, wodurch sich alkoholhaltige Getränke bilden. Wird während dieser Gährung Luft theilweise zugelassen, so entsteht die Essiggährung und bleibt der Pflanzenstoff noch mehr der Luft ausgesetzt, so bildet er eine Masse von Erde und Kohle, die ihn für die faulige Gährung oder für den Vorgang der Verfaulung geeignet macht; wird aber Luft, Wärme und Näffe ausgeschlossen, und ist Druck vorhanden, so wird die bituminöse Gährung erfolgen. Auf diese Weise kann man sich leicht erklären, wie Malz, Wein, Essig, Dammerde und Kohle entsteht.

Fette, wachsartige Masse. Durch Verwesung des Thierfleisches in feuchter Lage oder im Wasser entsteht eine Masse, die in einigen Eigenschaften einer Mischung von Fett und Wachs gleicht. Man findet sie in feuchten Kirchhöfen, in Torfmooren, bisweilen auch durch Stürme ans Meerufer geworfen. Sie sieht wie Kalk aus, läßt sich wie Seife anfühlen und schwimmt im Wasser.

Fossile, Botanik und Zoologie, bisweilen auch fossile Flora und fossile Fauna genannt, sowie die Naturforscher bisweilen die vorhandene Botanik und Zoologie gewisser Länder Flora und Fauna nennen.

Eintheilung der Gesteinbildung.

124. Die in dem vorhergegangenen Abschnitte behandelten Gegenstände lassen sich als Einleitung der beschreibenden Geologie betrachten; ohne Kenntniß derselben wird man die Natur der Veränderungen unseres Planeten nicht begreifen. Diese Veränderungen werden durch gewisse charakteristische Zeichen angedeutet, welche dem Gestein der Erdoberfläche gleichsam wie ein Stempel aufgedrückt sind, charakteristische Zeichen, die den Erscheinungen entsprechen, welche noch täglich von den wirkenden Ursachen hervorgebracht werden. Zuvor mußte daher Mehres vom vorhandenen Bau und Zustand des Erdkreises, von den mechanischen, chemischen und organischen Ursachen gesagt werden, welche diesen Zustand verändern, damit wir im Stande sind, nach neueren und offenbaren Erscheinungen auf das zu schließen, was in entfernteren Perioden stattgefunden hat.

125. Der Ausdruck Gestein wird von Geologen nicht allein auf die harten, gewöhnlich sogenannten Stoffe angewandt, sondern ebenfalls auf jeden Sand, Thon, Kies, Mergel, der in Lagern, Schichten oder Massen vorkömmt. Man braucht den Ausdruck auch, um eine Sammlung sol-

cher Stoffe anzuzeigen und sagt so „Gestein eines Landes"; oder man bezeichnet noch bestimmter eine Mineralreihe und sagt, Kalkgestein, kohlenhaltiges Gestein u. s. w. Das Gestein, welches die Erdrinde bildet, ist sowohl mineralisch, wie äußerlich verschieden, findet sich sowohl in Massen, wie in einander ähnlichen Reihen; so daß Geologen zu dem Schluß kamen, gewisse Reihen seien unter ähnlichen Einflüssen gebildet worden. Diese Meinung wurde durch die Thatsache bestätigt, daß gewisse Gesteinreihen stets Fossilien verschiedenen Charakters von denen anderer Reihen enthielten, daher der Ursprung der Gesteineintheilung.

126. Leibnitz theilte 1680 das Gestein in zwei große Klassen ein, in geschichtetes und ungeschichtetes, wovon das letztere aus Schmelzung durch Feuer, das andere durch Auflösung in Wasser entstand. Dieser Unterschied, ob noch so wichtig, half noch nicht zur Entzifferung der Erdgeschichte, da ungeschichtetes Gestein sich mit den höchsten und niedrigsten Schichten gleich vermischt, und da geschichtetes Gestein wesentlich von einander unterschieden ist und oft sehr verschiedene fossile Ueberbleibsel enthält. Lehmann, ein deutscher Mineralog, schlug darauf vor, das geschichtete Gestein einzutheilen in primitives, welches keine organischen Ueberreste enthält; sekundäres, welches Ueberreste von Pflanzen und Thieren enthält, und lokales, welches theilweise in verschiedenen Distrikten vorkömmt.

127. Werner, der große deutsche Geolog, verbesserte diese Eintheilung und sonderte alles Gestein in primäres oder ursprüngliches, Uebergangsgestein, sekundäres und lokales. Der Ausdruck Uebergang wurde von Werner hinzugefügt, weil das sogenannte Gestein ein Zwischenglied zwischen primärem und sekundärem hinsichtlich des mineralogischen Charakters darbot, auch weil die Erde sich vom unbewohnten in einen bewohnten Zustand während der Periode ihrer Bildung änderte. Nachher wurde durch die Entdeckung Cuviers und Anderer eine bestimmtere Vorstellung mit dem Ausdruck lokal verbunden, und das Wort tertiär wurde angewandt, um alles regelmäßig geschichtete Gestein anzuzeigen, welches über den Kalkschichten liegt. Diese Abtheilung — primäres, Uebergangs-, sekundäres und tertiäres Gestein — ist zwar manchen Einwürfen ausgesetzt, aber bei Geologen noch immer mehr oder weniger im Gebrauch; daher folgende Eintheilung des geschichteten Gesteins, weches die Erdrinde bildet:

Bildungen.

Anhäufungen auf der Oberfläche, sämmtliche lockere und unregelmäßig niedergelegte Massen von Thon, Sand, Kies und Steinblöcken.

Tertiär. Örtliche Ablagerungan von regelmäßigen Schichten, welche Reste von Pflanzen und Thieren enthalten, die von den jetzt die Erde bewohnenden nicht sehr verschieden sind.

Sekundäre Schichten von Kreide, Thon und Schiefer, rother und weißer Sandstein, Steinkohle, Eisenstein und Kalkstein, in manchen Theilen der Erde, welche fossile Pflanzen und andere Reste enthalten, die von den gegenwärtigen abweichen.

Uebergangsgestein. Schichten von Sandstein, Schieferthon und Kalkstein, welche wenig oder keine fossilen Pflanzen und Ueberbleibsel niederer Thiere, Korallen, Muschel- und Krustenthiere enthält.

Primär. Schieferige und krystallinische Schichten, sehr hart und ohne alle organische Reste.

Als die Geologen mit der Aufeinanderfolge des geschichteten Gesteins besser bekannt wurden, nahm man eine noch genauere Eintheilung an, und bildete Unterabtheilungen, wonach man jene Bildungen als aus Systemen, Reihen und Gruppen von Schichten bestehend erkannte, welche beträchtlich von einander verschieden sind. Der Ausdruck *Bildung* oder *Formation* bezeichnet Schichten, die unter ähnlichen Verhältnissen entstanden. Eine Bildung kann aus verschiedenen Systemen bestehen, d. h. aus Schichten, die beinahe denselben fossilen und mineralischen Charakter haben; auch können sich Gruppen in einem Systeme vorfinden, z. B. eine Sandstein- oder Kalksteingruppe. Alle diese Gruppen bestehen aus Schichten, die man auch Lager nennt. Folgendes ist eine Tafel des auf den brittischen Inseln vorkommenden geschichteten Gesteins:

Anhäufungen auf der Oberfläche.

Boden. Verwester Pflanzen- und Thierstoff mit erdiger Beimischung.

Alluvium (Anschwemmung.) Ablagerung von Sand, Kies und Thon, durch die gewöhnliche Wirksamkeit des Wassers gebildet.

Diluvium. Ablagerungen von Kies und Thon mit Blöcken, durch ungewöhnliche Wirkung des Wassers gebildet.

Tertiäre Formation.

Crag. Kalkartiges Trümmergestein von Meermuscheln und Kies, Mergellager.

Süßwasserlager oder Ablagerungen in stehendem Wasser. Mergel, unvollkommener Kalkstein und Thon.

Ablagerungen in Meerwasser, bestehend aus blauem und plastischem Thon, dünnen Sandlagern, Lignit u. s. w.

Sekundäre Bildung.	Kreide-System.	**Kreide**, weich und weiß mit Lagern von Feuerstein, hart ohne Feuerstein.
		Galt oder Lager von bläulich mergeligem Thon mit grünem Sand.
		Grünsand. Lager von grünem eisenhaltigem Sand mit Quarzklümpchen.
	Oolithisches System.	**Waldthongruppe.** Lager von Thon, thonartiger Sandstein und Sand.
		Oolith. Lager von oolitischem Kalkstein, kalkartigem Kies, Sand und Thon, sämmtlich kalkhaltig.
		Liasgruppe. Bläulicher Thon, Alaunschiefer, Mergel und Kalkstein, sämmtlich schön gelagert.
	Neuer rother Sandstein, oder salzhaltiges System.	**Salzhaltiger Mergel.** Verschiedenartiger Schiefer und Muschelkalkstein mit Streifen Sandstein.
		Rothe Sandsteingruppe. Feinkörnig, bisweilen Trümmergestein.
		Magnesiakalkstein. Dickgelagerter Kalkstein und kalkartiges Trümmergestein.
	Kohlensystem	**Steinkohlenführendes Gestein.** Abwechselnde Lager von Steinohle, Schieferthon, Eisenstein und Sandstein.
		Steinkohlenführender oder Bergkalkstein in dicken Lagern, grauer Kalkstein und Schieferthon.
		Kalkhaltiger Sandstein, weißer, dickgelagerter Sandstein und kalkhaltiger Schieferthon.
	Alter rother Sandstein.	**Gelber Sandstein** mit Lagern von gesprenkeltem Schieferthon und Mergel.
		Rother Sandstein, bisweilen feinkörnig, bisweilen quarzartig und Trümmergestein.
		Grauer oder rostfarbiger Sandstein, glimmerhaltig und oft in dünnen Lagern.
Uebergangssystem	Silurisches System.	**Oberes silurisches Gestein**, grauer und bläulicher Kalkstein mit buntem Glimmerschiefer.
		Unteres silurisches Gestein, unreiner muschelichter Kalkstein, glimmeriger und quarziger Sandstein, dunkler sandiger Kalkstein.
	Grauwacke-System.	**Hartes thonartiges Gestein**, dickgelagerter Sandstein, schiefriger Sandstein und Kalkstein.
		Feiner und grobkörniger Schiefer, grauer Glimmerschiefer.

Primäres Gestein.		
	Thonschiefer-System.	Thonschiefer, in feinen Blättern, dunkel-, leber- und purpurfarbig. Hornblende und Chiastolith, Schiefer in schönen Blättern.
	Glimmerschiefersystem.	Chloritschiefer, grünlicher Schiefer mit Glimmer, Glimmerschiefer, Talkschiefer, krystallinischem Kalkstein und Quarz.
	Gneißsystem.	Gneißgestein, vermischt mit unregelmäßigen Lagern von Quarz, krystallinischem Kalkstein und Glimmerschiefer.

Um die Vorstellung von der Aufeinanderfolge dieser Bildungen und Systeme zu erleichtern, ist das geschichtete Gestein in nebenstehender Figur 14 dargestellt.

129. Das ungeschichtete oder durch Feuer gebildete Gestein findet sich nicht in regelmäßiger Aufeinanderfolge, sondern kömmt ohne Ordnung unter dem Geschichteten zum Vorschein; es erhebt dasselbe aus der ursprünglichen horizontalen Lage, durchbricht es in vulkanischen Massen und überdeckt es bisweilen in der Art flüssiger Lava. Deßhalb ist es im Allgemeinen mehr hinsichtlich seiner mineralischen Zusammensetzung, wie nach der Ordnung, worin es vorkommt, bekannt. Es wird jedoch zweckmäßig sein, es in drei große Klassen, Granit, Trapp und und vulkanisches Gestein, einzutheilen. Der Granit bildet die Grundlage alles bekannten Gesteins und findet sich beim primären und Uebergangsgestein; der Trapp von dunklerer Farbe und von wenigerem krystallinischen Gefüge wie der Granit, kömmt beim sekundären und tertiären Gestein vor; das vulkanische, noch weniger krystallinisch und fest, ist von verhältnißmäßig neuerem Ursprung und wird noch fortwährend gebildet. Wenn man das geschichtete und ungeschichtete Gestein nach dieser Vorstellung anordnet, so wird es sich in folgender Tafel anordnen lassen:

Ungeschichtetes Gestein.	verbunden mit
Vulkanisches.	Anhäufungen der Oberfläche, Dammerde, Alluvium, Diluvium.
Trapp.	Tertiärem Trümmergestein von Meermuscheln und Kies, Süßwassermergel, plastischem Thon. Sekundären Kreide, Oolith, Lias, neuem rothen Sandstein, Kohlenführendem Gestein, Bergkalkstein, altem rothen Sandstein.
Granitisches.	Uebergangsgestein, silurischem und Grauwacke, körnigem Kalkstein. Primärem Gestein, Thonschiefer, krystallinischem oder körnigem Kalkstein, Glimmerschiefer, Quarz und Gneiß.

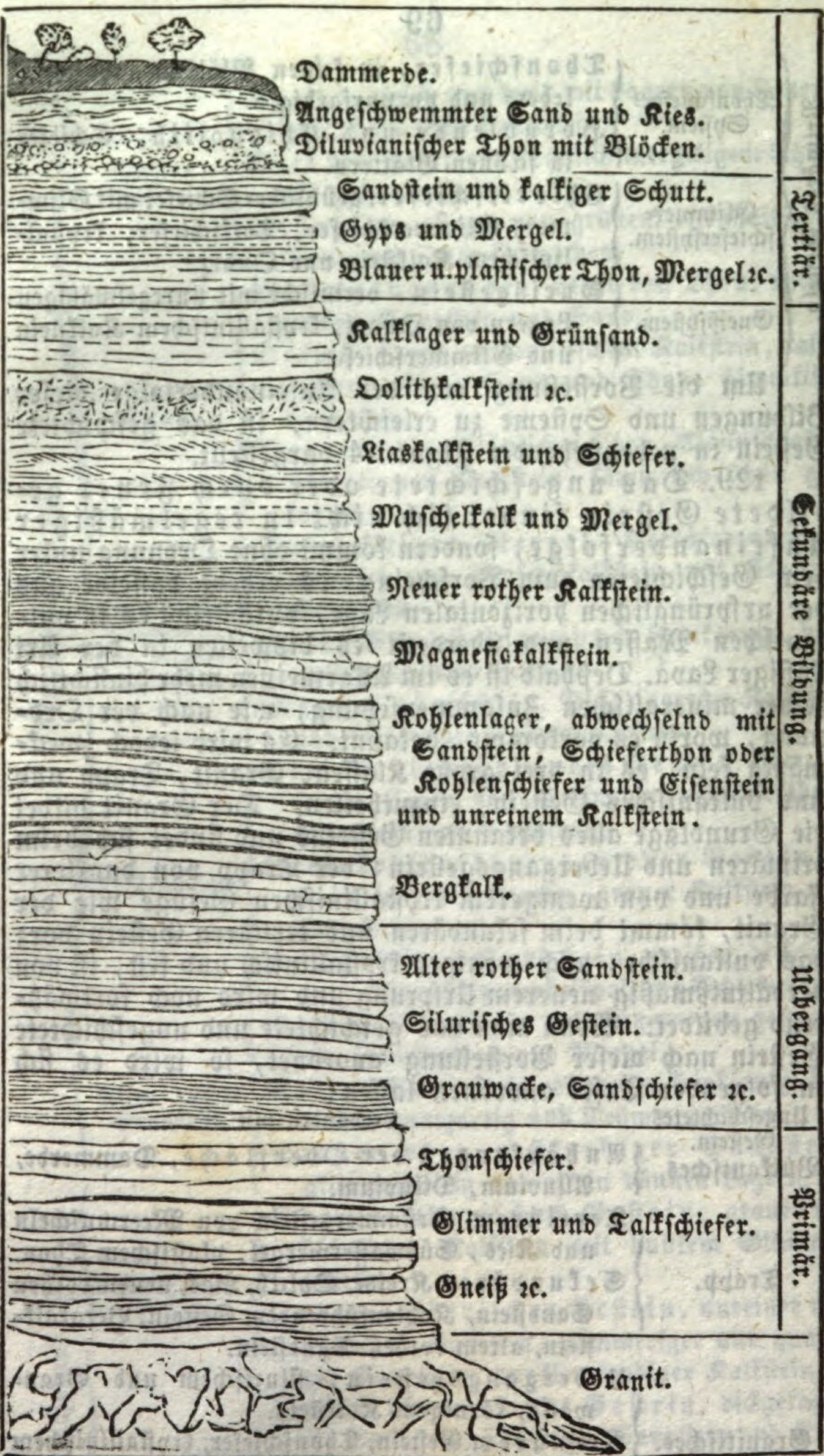

Dammerde.
Angeschwemmter Sand und Kies.
Diluvianischer Thon mit Blöcken.
Sandstein und kalkiger Schutt.
Gyps und Mergel.
Blauer u. plastischer Thon, Mergel ꝛc.
Tertiär.
Kalklager und Grünsand.
Oolithkalkstein ꝛc.
Liaskalkstein und Schiefer.
Muschelkalk und Mergel.
Neuer rother Kalkstein.
Magnesiakalkstein.
Kohlenlager, abwechselnd mit Sandstein, Schieferthon oder Kohlenschiefer und Eisenstein und unreinem Kalkstein.
Bergkalk.
Sekundäre Bildung.
Alter rother Sandstein.
Silurisches Gestein.
Grauwacke, Sandschiefer ꝛc.
Uebergang.
Thonschiefer.
Glimmer und Talkschiefer.
Gneiß ꝛc.
Primär.
Granit.

Fig. 14.

Diese Abtheilung des durch Feuer gebildeten ungeschichteten Gesteins dient sowohl zur bestimmten Systembildung in der Geologie, wie sie auch durch die Natur, die Verbindung und die äußere Form der zusammensetzenden Mineralien als richtig bewiesen wird. Die granitische Abtheilung, welche nach ihrem bestimmt körnigen und krystallinischen Gefüge so benannt wird, begreift den Granit, Syenit, Protogin, den ursprünglichen Grünstein, serpentinische, porphyritische und andere Granitarten. Der Trapp (nach dem schwedischen Wort für Treppe benannt) heißt so von den treppenartigen Seiten der Höhen, die er bildet, umfaßt Basalt, Grünstein, Thonstein, Trachyt, Porphyr und Mandelsteine. Vulkanisches Gestein, Erzeugnisse von neueren thätigen Vulkanen ist Lava, Obsidian, Schlacken, Bimsstein und Tuffstein. In der Erdrinde würde das geschichtete und ungeschichtete Gestein ungefähr die Ansicht des Fig. 15 gegebenen Durchschnittes zeigen.

130. Das geschichtete Gestein kommt jedoch nur in manchen Theilen der Erdrinde in der vollkommenen oben dargestellten Aufeinanderfolge vor; man hat damit nur andeuten wollen, daß dies die Anordnung sein würde, wenn jede Gruppe und Bildung gegenwärtig wäre. Wie viel Gruppen aber auch da sein mögen, so weichen sie niemals von der angedeuteten Anordnung ab, d. h. Thonschiefer findet sich niemals über Kohle und Kohle über Kreide. In London liegen tertiäre Schichten auf der Oberfläche, in Durham Magnesiakalkstein, in Fife Kohlengebirg, in Perthshire alter rother Sandstein und Thonschiefer; somit wäre es fruchtlos, wollte man in Fife nach Magnesiakalkstein, in Durham nach Kreide, in Perthshire nach Kohlen graben. Es wäre jedoch nicht so abgeschmackt, in Durham nach Kohlen zu graben, weil dies Mineral unter Magnesiakalkstein liegt, oder nach rothem Sandstein in Fife, weil diese Bildung unter der Kohlenschicht jener Grafschaft als natürlich, der Regel der Aufeinanderfolge gemäß, vorkommen kann. Um die Aufeinanderfolge noch mehr zu erläutern, so können wir finden:

7		7		7		7		5	
6		6		6		3		6	
5		5		—	; niemals	—		—	
4	oder	—	oder	—	aber finden	5	oder	2	u. s. w.
3		3		3	wir	—		3	
2		—		2		1		—	
1		1		—		2		1	

Jedes Glied der Reihe kann fehlen, die übrig bleiben=

Durchschnitt der Ordnung des Gesteins.

Fig. 15.

In diesem Durchschnitt erscheint das ungeschichtete Gestein in Höhen und unregelmäßigen, durchbrechenden Massen von älterem Granit bis zum jetzt noch thätigen Vulkan. Das Geschichtete ist hier in der regelmäßigen Ordnung dargestellt. Das Primäre gleitet von der Seite eines hohen Granitberges in steilem Winkel und in gebogener, oder durch einander gewundener Schichte; das Uebergangsgestein liegt zwischen den Reihen der weniger erhobenen Berge; das Sekundäre füllt eine weniger erhobene Lage; der Bergkalk ist auf Seite der Berge erhoben, und die Kohlenlager sind in beckenartige Höhlungen geworfen, oder in Verwerfungen oder Stücke zerbrochen; der Magnesiakalk und die Kreide erhebt sich zu kleinen Hervorragungen: das tertiäre Gestein liegt in beckenförmigen Schichten; die Anhäufungen der Oberfläche finden sich entweder als Sanddünen am Meer oder als Alluvium mit Blöcken früherer Bildung. So kann man begreifen, wie die tertiären Schichten als über den Kohlenbecken liegend, gedacht werden, obgleich sie nicht immer über ihnen liegen und wie die Kohlenlagen sich über dem Uebergangsgestein befinden, obgleich sie von diesem durch große Landstrecken getrennt sind. Da die niedrigen Schichten stets zuerst gebildet wurden, so ist es leicht begreiflich, weßhalb man sagt, die Kohle sei von neuerem Ursprung als Thonschiefer, und Kreide jünger als Kohle.

den aber verlassen niemals die Reihe ihrer natürlichen Ordnung, womit sie übereinander liegen.

Eintheilung des Gesteins. Man hat noch andere Systeme der Eintheilung; da diese aber meist auf eine Lieblingstheorie oder auf bloßen örtlichen Verhältnissen beruhen, so sind sie nicht allgemein angenommen worden. Einige wollen wir doch anführen: Conybeare und Phillips haben folgende Ordnungen aufgestellt: 1) oberes Gestein, welches die tertiären Ablagerungen enthält; 2) obermittleres (supermediales), welches Kreide, Oolith und neuen rothen Sandstein enthält; 3) mittleres, welches kohlenführendes Gestein, Bergkalkstein und alten rothen Sandstein enthält; 4) untermittleres (submediales), welches das Uebergangsgestein enthält; 5) unteres alles primäre. Andere haben wieder 5 große Abtheilungen vorgeschlagen. nämlich: zusammengeschwemmtes (colluviales), kreideartiges, kohlenführendes schiefriges und krystallinisches Gestein, wovon jede dieser Bildungen in 3 untere Systeme eingetheilt werden würde. Darnach würde das kreidige und kohlenführende Gestein folgende Anordnung darbieten.

Ueberkreidig, Plastischer Thon, Mergel und Lignitlager.

Kreidig, Kreide, Kreidemergel und Grünsand.

Unterkreidig, Wald-, Oolith- und Liasschichten.

Ueberkohlenführend (Supercarboniferöses Gestein). Salzführender Mergel. Rother Sandstein und Magnesiakalkstein.

Kohlenführend, Kohlenlager, Bergkalkstein.

Unterkohlenführend (Subcarboniferöses Gestein), alter rother Sandstein. Diese Abtheilung läßt sich leicht im Sinne behalten und ist ohnedem durch Beobachtung bewährt. Außerdem braucht man die Ausdrücke fossilienführend und nichtfossilienführend, je nachdem organische Reste in dem Gestein enthalten sind oder nicht. Auch nennt man in den nicht fossilienführenden Systemen metamorphisch diejenigen Schichten, welche durch Hitze verwandelt wurden, so daß alle Spuren von Fossilien zu Grunde gingen. Herr Lyell theilt die tertiären Schichten in 4 Gruppen: Eocenische, Meiocenische, Pleiocenische und Pleistocenische nach den griechischen Wörtern, welche Morgenröthe, neu, weniger, mehr und am meisten bedeuten, um anzudeuten, daß die Fossilien jener Schichten dem Anfang der gegenwärtigen Thiere und Pflanzen sich mehr oder weniger nähern. Eocenische zeigt an, daß die Fossilien die Morgenröthe der bestehenden Natur andeuten. Meiocenische, daß sie weniger neu, Pleiocenische, daß sie mehr neu, Pleistocenische, daß sie am meisten neu sind, oder sich den bestehenden Ordnungen am meisten nähern. Anstatt geschichtetes und und ungeschichtetes Gestein sagen mehre Geologen auch neptunisches und plutonisches nach dem alten Gott des Meeres und dem alten Gott der Unterwelt.

Granitische Grundlage oder primäres Gestein.

131. Wir beginnen die Nachforschung der Erdrinde durch Beschreibung der frühesten Bildungen. Einige Geologen beginnen an der Oberfläche und schreiten nach unten vor; es ist jedoch natürlicher und verständlicher, mit dem niedrigsten anzufangen und nach oben fortzuschreiten, denn das niedrigste wurde zuerst niedergelegt und die ganze folgende Bildung muß aus dem zersetzten Material des vorhergehenden entstanden sein.

132. Von welcher Art auch der Ursprung der Erdkugel

gewesen sein mag, ist es gewiß, daß Granitgestein eine feste Grundlage oder Rinde bildet, worauf alle Systeme der Schichten ruhen. Dieses Granitgestein zeigt keine Spuren von Schichtung; es ist gänzlich krystallinisch; die Krystalle sind nicht vom Wasser abgerieben; deßhalb, und wegen der Thatsache, daß sie durch die ursprünglichen Schichten hindurchbrachen und deren Lagen verrückten, schließt man, daß dies Gestein dem Feuer seinen Ursprung verdankt. Wenn unsere Erdkugel sich jemals in geschmolzenem Zustande befand, so ist die Granitrinde eine solche, daß sie sich durch Abkühlung der feurigen Masse bilden mußte. Durch Abkühlung und unregelmäßige Zusammenziehung mußte sie eine ungleiche Oberfläche annehmen, sich hier zu beträchtlicher Höhe erheben und dort in Höhlungen niedersinken; die höchsten Granitberge haben auf die Größe der Erdkugel kein anderes Verhältniß, wie die Blasen und Schlacken auf einer durch Feuer geschmolzenen Masse.

133. Die Zusammensetzung des Granitgesteins ist etwas verschieden. Eigentlicher Granit besteht aus Krystallen von Feldspath, Quarz und Glimmer; er ist gewöhnlich graulich von Farbe, bisweilen aber auch röthlich durch das im Feldspath enthaltene Eisenoxyd. Wenn das dunkelglänzende Mineral Hornblende die Stelle des Glimmers einnimmt, so ist das Gestein unter dem Namen Syenit bekannt, nach Syene in Aegypten benannt, wo man es in großem Ueberfluß findet; wenn Talk den Glimmer ersetzt, so bildet die Beimischung von Feldspath, Quarz und Talk den Protogin französischer Geologen; bisweilen ist er durch eine Beimischung von Granit und Labradorstein mit zerstreuten Glimmerkrystallen gebildet und heißt dann labradorartiger Granit; oder er erhält durch verschiedenartige Mineralien wie Chlorith einen gefleckten, gesprenkelten Anschein und heißt alsdann Serpentin, wegen einer eingebildeten Aehnlichkeit mit einer Schlangenhaut. Porphyritischer Granit kömmt auch häufig vor, d. h. wenn zu den Krystallen der allgemeinen Masse größere Massen Feldspath eingemischt sind. Gelegentlich sind die Mineralien im Granit so angeordnet, daß sie eine Aehnlichkeit mit der arabischen Schrift bieten, deßhalb nennt man auch eine Art Granit graphischen Granit.

134. Außer den angegebenen Arten braucht man noch andere Unterscheidungen je nach Farbe und Zusammensetzung: Feldspath, Quarz, Glimmer, Hornblende und Labrador sind die am häufigsten vorkommenden Bestandtheile; allein die Masse ist durch theilweise Beimischung anderer Mine-

ralien besonders Aktynolith, Chlorith, Talk und Schörl und Speckstein verändert. Finden sich nur zwei Mineralien im Granit, so heißt er **binär**, wenn drei **ternär**, wenn vier **quarternär**.

135. Das Gefüge des Granites ist stets massiv und unregelmäßig. Seine Feinheit wechselt vom harten und dichtgekörnten Gestein bis zur losen Anhäufung primärer Krystalle.

136. Die Stellung und Lage des Granites zum Primärgestein ist ungemein unregelmäßig; bisweilen erhebt er sich in Bergmassen mm (Fig. 16); bisweilen breitet er sich in wellenförmiger Grundlage aus, bisweilen durchdringt er ungeschichtetes Gestein in Adern phantastischer Form v v v v v. Man kann deßhalb seinen Ursprung durch Feuer

Fig. 16.

nicht bezweifeln; er kommt deßhalb auch, wie Alles durch Feuer gebildete Gestein, unter geschichteten Bildungen verschiedener Perioden vor. Im Allgemeinen ist er mit dem primären und Uebergangsgestein gewöhnlich vereinigt, eben so wie dies bei Trapp hinsichtlich der sekundären und tertiären Schichten und bei vulkanischen Erzeugnissen hinsichtlich der jetzigen Anhäufungen der Oberfläche der Fall ist. Man darf daraus jedoch nicht schließen, daß Granit in Verbindung mit sekundärem und tertiärem Gestein nicht vorkömmt.

137. **Die geographische Verbreitung des Granites** ist sehr allgemein; er bildet mehre der größten Bergreihen der Erde. Die Grampians in Schottland, die Cumberland- und Cornwallisgebirge in England, die Wicklowgebirge in Irland, die Alpen der Schweiz, die Pyrenäen Spaniens, der Dofrafels in Norwegen, die Bergreihen Abyssiniens in Afrika, die Anden Amerika's, bestehen mehr oder weniger aus Gestein, welches am granitischen Charakter Theil nahm.

138. Die physische Geographie einer Gegend mit Granit bietet in keiner Weise eine schöne Landschaft. Ist das Gestein weich, so haben die Höhen einen schwerfälligen, rundlichen Anschein; spitzige Gipfel und unregelmäßige Umrisse finden sich nur, wo er hart und mit geschichtetem Gestein umringt ist. Im Allgemeinen bilden Granitgegenden sehr hohe Berge und Hochländer mit ödem Anschein, welcher durch die Schneegipfel der höchsten Berge dies noch mehr wird.

139. Der ökonomische Gebrauch des Granitgesteins ist keineswegs unwichtig. Fester Granit wird wegen seiner ungemeinen Härte im Bau von Docken, Leuchtthürmen, Brücken und anderen Werken gebraucht, bei denen man eine große Dauerhaftigkeit bezweckt. Die Waterloobrücke in London, die Docken in Liverpool und andern englischen Seestädten sind von Aberdeengranit gebaut; er ist auch der gewöhnliche Baustein der Stadt Aberdeen. Die Pyramiden, die Pompejussäule und andere alte ägyptische Bauwerke sind daraus gebildet, ebenso wie mehre Denkmale unseres Vaterlandes. Rother schottischer Granit ist als Stein für Verzierungen gebraucht worden; man hat ein Maschinenwerk erfunden, um ihn wie Marmor zu poliren, welchem man ihn oft zu Kaminplatten, Vasen, Fußgestellen vorzieht. Glimmer und Talk findet sich bisweilen in Krystallen von mehr wie ein Fuß Umfang; in dieser Größe wird er in dünne Platten gespalten, und wegen seiner Durchsichtigkeit in manchen Ländern als Glas gebraucht. Die Russen ziehen Talk dem Glase bei Schiffslaternen vor, weil er bei Kanonenschüssen nicht zerbricht; auch hält er einen höheren Grad von Hitze wie Glas ohne zu zersplittern aus. Einige Arten von Feldspath- und Talkgranit verwittern leicht in der Atmosphäre, und bringen alsdann ein feines Pulver von Kiesel und Thon hervor, welches bei Verfertigung von Porzellan, Mosaik, Knöpfen und künstlichen Edelsteinen gebraucht wird. Thon von verwittertem Feldspath ist in China unter dem Namen Kaolin bekannt und wird dort zum feinsten Porzellan gebraucht. Nach Boase werden an 12,000 Tonnen verwitterten Feldspaths aus Cornwallis in den englischen Töpferfabriken gebraucht.

Lyell wendet den Ausdruck hypogenisches Gestein auf die granitische Gruppe an, d. h. nach dem Griechischen unten gebildetes Gestein. Diesen Ausdruck braucht er, um eine Theorie über den Ursprung des Granites zu vermeiden; der Ausdruck ist aber nicht allgemein angenommen worden und wie oben erwähnt, hält man den Granit für ein durch Feuer gebildetes Gestein, welches bei der allmähligen Abkühlung der geschmol-

zenen Erdmasse entstand, weßhalb er die Grundlage aller geschichteten Systeme bildet.

Gneiß- und Glimmerschiefersystem.

140. Bevor wir das primäre Gestein beschreiben, muß eine allgemeine, auf den Charakter aller geschichteten Bildungen bezügliche Thatsache erwähnt werden. Die feste Rinde der Erde kann man so darstellen, als bestehe sie aus kieselartigen, thonartigen, kalkartigen und kohlenartigen Zusammensetzungen; diese Zusammensetzungen sind in ihrem Anschein und in ihrer Anhäufung nach der Ordnung ihres Vorkommens verschieden. Z. B. das kieselartige Gestein der primären Schichten ist fest und krystallinisch; in den sekundären ist es weniger fest, verliert den krystallinischen Anschein und wird zum Sandstein von verschiedener Feinheit; in der tertiären ist derselbe oft so weich in seinem Gefüge, daß man ihn Sand nennt; auf der Oberfläche ist es bloß eine lockere Anhäufung von Sand und Kies. So verhält es sich mit dem thonartigen Gestein, vom festen und schimmernden Thonschiefer des primären bis zum Schieferthon des sekundären, dem blättrigen Thon des tertiären Gesteins und zum weichen, plastischen Thon der Anschwemmungen unserer Thäler. Wie es sich mit dem kieselartigen und thonartigen verhält, verhält es sich mit dem kalkartigen und kohlenartigen; deßhalb läßt sich eine Tafel mit folgenden Abstufungen darstellen:

Kieselartig.	Thonartig.
Sand.	Angeschwemmter Thon (Alluvialthon).
Sandstein.	Blättriger Thon.
Grauwacke.	Schieferthon oder Kohlenschiefer.
Quarzgestein.	Thonschiefer.

Kalkartig.	Kohlenartig.
Mergel.	Torf.
Kreide.	Lignit.
Kalkstein.	Braunkohle.
Krystallinischer Marmor.	Steinkohle.

So nehmen die Mineralbestandtheile des geschichteten Gesteins, im Verhältniß wie wir in die Erde hinabsteigen, verschiedene Grade der Anhäufung an, und werden immer härter und fester, bis sie zuletzt ein krystallinisches Gefüge zeigen, welches kaum von der granitischen Grundlage zu unterscheiden ist.

141. Die Zusammensetzung der primären Schichten ist wie die des Granites, worauf sie ruhen, durch die Gegenwart besonderer Mineralien oft bedingt,

obgleich Feldspath, Quarz, Glimmer, Talk, Hornblende und Chlorit den größern Theil ihrer Masse bilden. Gneiß oder das älteste System des geschichteten Gesteins ist in seiner mineralischen Zusammensetzung vom wahren Granit wenig unterschieden, ausgenommen in Bezug auf die Anhäufung der einfachen Mineralien. Im Granit sind die Krystalle von Feldspath, Quarz, Glimmer und Hornblende ganz und bestimmt; im Gneiß sind ihre Ecken und Flächen gebrochen und vom Wasser abgerieben. Im Granit finden sich keine Spuren blättrigen oder geschichteten Gefüges; im Gneiß ist dies Gefüge offenbar, sogar wenn die Schichten am härtesten und am meisten gekrümmt sind. Alles dies bezeugt den Ursprung des Gneiß durch Wasser, daß er im Wasser niedergelegt, und aus den abgelösten Mineralien ungeschichteten Granites gebildet wurde.

142. Das geschichtete Gefüge, welches im Gneiß bisweilen verwirrt und unbestimmt ist, ist offenbarer und regelmäßiger im Glimmerschiefer. Die Theilchen des letzteren sind mehr vom Wasser abgerieben und der Ueberfluß von Glimmerstücken ertheilt seiner Blätterigkeit einen Grad paralleler Lage, die sich im frühern nicht vorfindet. Beide gehen jedoch häufig in einander über und lassen deßhalb das Ende des einen Systems und den Anfang des andern nur mit Schwierigkeit unterscheiden. Mit Uebergehung der zweifelhaften Schichten besteht das Glimmerschiefersystem aus Abwechslungen von Glimmerschiefer, Talkschiefer, Chloritschiefer, Hornblendeschiefer, Quarzgestein oder Quarzfels, krystallinischen Kalkstein mit gelegentlichen Lagern von Thonschiefer im oberen Theil des Systems. Unabhängig von der Schichtung zeigt das Glimmerschiefergestein durch sein Gefüge offenbar die Wirksamkeit des Wassers an. Die Theilchen, woraus sie bestehen, sind zerbrochener und abgerundeter wie die des Gneißes, ein Umstand, der daraus entstand, daß sie zum Theil vom Granit und zum Theil vom Gneiße stammten und deßhalb eine doppelte Abreibung erleiden mußten. Die Figur 17, 18 und 19 stellen den äußeren Anschein des Granites, Gneißes und Glimmerschiefers dar.

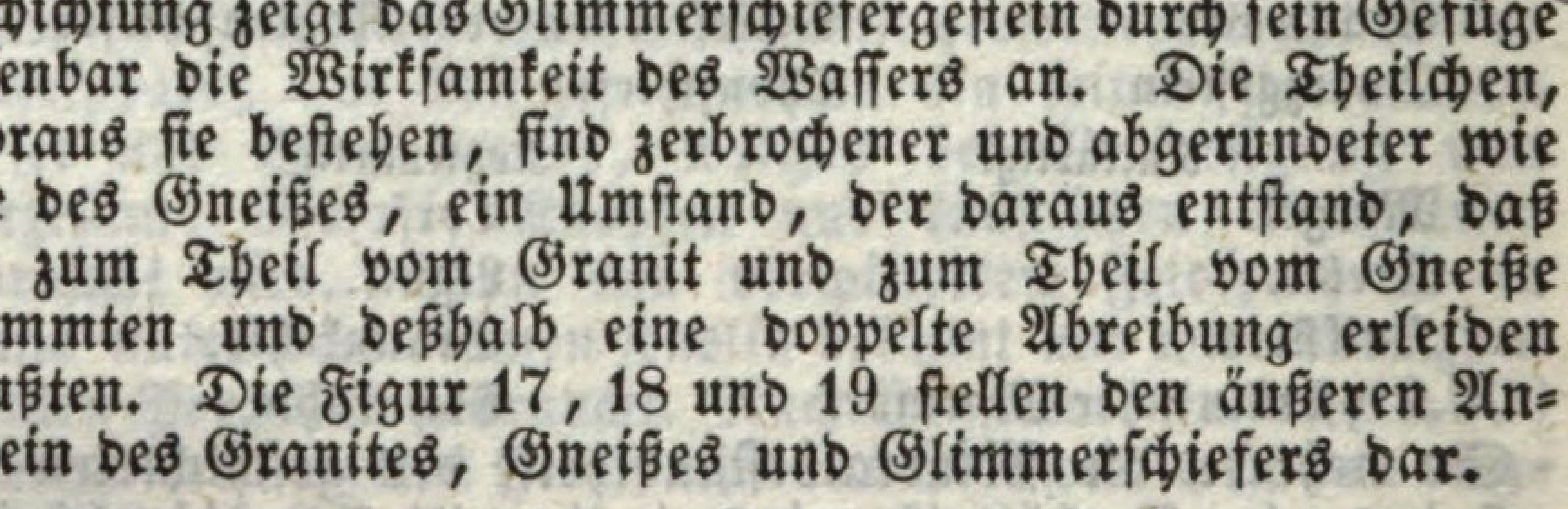


Fig. 17. Granit. 18. Gneiß. 19. Glimmerschiefer.

Der erste besteht aus bestimmten Krystallen und zeigt

keine Spuren von Blättrigkeit, der zweite ist unregelmäßig blättrig, der dritte schön und regelmäßig blättrig.

143. Gneiß und Glimmerschiefer sind in ihrer mineralischen Zusammensetzung nur wenig vom Granit und noch weniger von einander unterschieden, und beweisen dadurch deutlich, daß ihr äußerer Unterschied hauptsächlich in dem Grad der Reibung bestand, den die ursprünglichen Mineralien erlitten.

Granit, Feldspath, Quarz und Glimmer; Feldspath, Quarz, Hornblende, Feldspath, Hornblende; oder verschiedene andere Verbindungen dieser einfachen Mineralien.

Gneiß, Feldspath, Quarz und Glimmer, gelegentlich mit Hornblende und Granaten.

Glimmerschiefer, Glimmer und Quarz mit Hornblende und Granaten.

Talkschiefer, Talk und Quarz, nur dadurch vom Glimmerschiefer unterschieden.

Chloritschiefer, Chlorit und Quarz.

Hornblendeschiefer, Quarz und Hornblende, gelegentlich mit Aktynolith.

Quarzgestein oder Quarzfels, allgemein mit unregelmäßig eingelagerter Hornblende oder Glimmer.

Die Theilchen der primären Schichten sind von unbestimmter Größe und Anordnung, einige fein und dicht gekörnt, andere Trümmergestein und rauh; alle zeigen deutliche Spuren des Ursprungs durch Wasser.

144. Keine regelmäßige Ordnung der Aufeinanderfolge findet sich unter den Primärschichten. Im Allgemeinen kann man jedoch annehmen, daß Gneiß unter Glimmerschiefer liegt, daß Glimmer und andere krystallinische Schiefer die niedrigsten im Systeme sind, daß Quarzfels, krystallinischer Kalkstein und Thonschiefer erst in dem oberen Theile der Reihe zum Vorschein kömmt. Die Schichtung ist nicht immer deutlich und nicht sehr anhaltend, d. h. man findet nicht, daß eine Schicht sich über eine große Ausdehnung von Land erstreckt, wie es beim sekundären Gestein der Fall ist. Eine Schicht von Kohlen erstreckt sich oft drei, vier Meilen weit, ohne daß die Eigenschaft und Dicke sich ändert; in den primären System aber verdicken, verdünnen sich und verschwinden die Schichten in einer gleichsam launenhaften Weise. Da kein charakteristischer Abschnitt sich vorfindet, so läßt sich das folgende Gestein als dasjenige erwähnen, welches die große Masse primärer Bildung darstellt; Gneiß, Glimmerschiefer, Talkschiefer, Chloritschiefer, Schörlschiefer, Hornblendeschiefer, Aktynolithschiefer, kry-

stallinischer oder körniger Kalk, Hornstein und Protogin. Die meisten dieser Gesteinarten gehen unbemerkt in einander über und ein klarer Begriff läßt sich nur durch die Anschauung von Exemplaren erwerben.

145. Organische Reste sind in dem Gneiß- und Glimmerschiefersystem nicht entdeckt worden. War irgend ein Leben wirklich vorhanden, so muß es außerordentlich selten und auf wenige Punkte beschränkt gewesen sein.

146. Was den Ursprung der Gneiß- und Glimmerschiefersysteme betrifft, so wurde das zusammengesetzte Material offenbar vom untenliegenden Granit geliefert. Wie angegeben wurde, bildet dieses Gestein eine feste und unregelmäßige Grundlage, worauf alle abgelagerten Schichten ruhen; war dies der Fall, so mußte die Oberfläche theils unter, theils über dem Wasser stehen und der die Höhen erniedrigende Einfluß der Atmosphäre des Wassers und anderer chemischer Wirksamkeit ausgesetzt gewesen sein. Wurde ferner die Granitrinde durch Abkühlung der ursprünglich geschmolzenen Erdkugel gebildet, so mußten die Wasser in den Höhlungen auf einen hohen Grad erwärmt und die Luft stets mit Dünsten überladen sein. Alles dies mußte die Zersetzung des Granites beschleunigen, Ströme und Bäche mußten die lockeren Theilchen fortreißen, die schweren zuerst niederlegen und die leichteren und kleineren in tieferes Wasser tragen. Im Verlauf der Zeit mußte der lockere Stoff durch den Druck seiner eigenen Masse fest werden; die hohe Temperatur der Erdkugel mit chemischer Wirksamkeit verbunden, mußte das krystallinische Gefüge erzeugen und so konnte sich eine Mannigfaltigkeit von Schiefergestein zu einer und derselben Zeit bilden. Der Umstand, daß eine hohe Temperatur bei der Bildung des primären Gesteins vorhanden war, wird nicht allein durch deren hartes und krystallinisches Gefüge und durch die Abwesenheit aller organischen Reste, sondern auch durch das Vorkommen gewisser Mineralien bewiesen, z. B. Granaten, deren Gegenwart darlegt, das Gestein, worin man sie vorfindet, sei genügend erhitzt gewesen, um ein flüssiges Mineral zu erzeugen, nicht aber die andern Bestandtheile, woraus es besteht, zu schmelzen.

147. Das vom Feuer gebildete mit Gneiß und Glimmerschiefer zugleich auftretende Gestein, ist wie sich erwarten läßt, das Granitische, worauf sie ruhen, und von welchem sie unmittelbar ihr Material erhalten haben. Bisweilen steht der Granit in so unmittelbarer Berührung mit dem

Gneiß, daß man nicht wohl angeben kann, wo der eine endet und der andere anfängt; bisweilen berührt er den Glimmerschiefer und dringt in der Form von Gesteingängen und Adern hindurch. Späteres, vom Feuer geschaffenes Gestein, wie Porphyr, Grünstein und Serpentin, durchzieht oft den Gneiß und Glimmerschiefer in Gesteingängen und emporgetriebenen Massen; gelegentlich auch findet man noch neuere Ergießungen von Trapp in den primären Schichten neben den Gesteingängen und Adern von Granit. Metallführende Adern findet man nicht so häufig in den primären Schichten der brittischen Inseln, jedoch öfter in den des mittleren und nördlichen Europas. Warme Quellen sind vielleicht noch seltener, obgleich in Gneiß und Glimmerschiefer anderer Länder reichlich vorhanden. Die Ausdehnung der primären Schichten ist sehr groß, aber noch unvollkommen bekannt. Sie finden sich reichlich in den Hochlanden und Inseln Schottlands, im Norden Irlands, an den Seiten der Pyrenäen, Alpen, der großen Bergketten Europas, in Asien, Ceylon, Afrika und Amerika, hauptsächlich in den Vereinigten Staaten und Brasilien.

149. Der Anblick der Oberfläche mit primärem Gestein ist zerrissen und unfruchtbar. Durch den Granit zu hohen Bergen und abgebrochenen, senkrechten Lagen erhoben, finden sich hauptsächlich im Gneiß und Glimmer die tiefen Schluchten und Abgründe des nördlichen Schottlands. Beachtet man die Härte des Gesteins und seine hohen scheitelrechten und gekrümmten Lagen, so läßt sich begreifen, wie jene erzeugt wurden; bei sekundärer Bildung ist die Lage gewöhnlich flacher und die Schicht selbst so weich, daß sie denselben zerrissenen Anschein nicht darbieten kann.

150. Die aus diesen Systemen stammenden Handelsmineralien sind keineswegs zahlreich. Mehre metallische Erze, wie Zinn und Kupfer, finden sich in Adern, welche diese Schichten durchziehen. Die Kalksteine bilden durch ihr körniges, krystallinisches Gefüge im Allgemeinen sehr werthvollen Marmor; allein keines dieser anderen Gesteine eignet sich zum Bauen. Der Topfstein, der Lapis Ollaris der Alpen, aus welchem sehr hübsche Krüge und Gefäße gebildet werden, findet sich im Talkschiefer. Amianthus oder biegsamer Asbest findet sich im Glimmerschiefer und wird mitunter in der Verfertigung von Dingen gebraucht, die durch Feuer unzerstörbar sind. Der Granat ist ein wohlbekannter Edelstein und viele der werthvollsten werden im Gestein dieses Systems gefunden.

151. Im Allgemeinen kann man Gneiß und Glimmer-

schiefer als die ältesten des abgelagerten Gesteines angeben, welche auf Massen ruhen, die der Wärme ihren Ursprung verdanken; sie sind von anderem geschichteten Gestein gänzlich verschieden, da ihre Theilchen nicht so viele Reibung erlitten haben und einem größeren Grade von Wärme unterworfen waren; sie entbehren der organischen Reste und geben deßhalb kein Zeugniß von bewohnbarem trockenem Lande; endlich sind sie in solcher Ausdehnung verbreitet, daß man sie beinahe als allgemein betrachten kann.

Kieselartig. Alles Gestein mit feuersteinartigem Gefüge heißt kieselartig; Quarz ist die reinste Form des Kiesels. Wenn Quarzkörner locker an einander gehäuft sind, so heißt das Gestein quarzig.

Thonartig, Gesteine aus Thon zusammengesetzt oder einen beträchtlichen Theil Thon in ihrer Zusammensetzung habend.

Kalkartig. Aus Kalk zusammengesetzt oder einen beträchtlichen Theil enthaltend.

Kohlenführend. Gestein, welches Kohle enthält, oder mit Kohle verbunden ist; kohlenhaltig bedeutet, wenn Spuren von Kohle im Gefüge untermischt erscheinen.

Schiefer. Gestein, das sich leicht in Platten zerspalten läßt.

Gneiß und Glimmerschiefer. Wie schon erwähnt, nennt Lyell diese Systeme metamorphische, weil sie eine Verwandlung in ihrem Charakter als Ablagerungen erlitten haben, so daß man sie häufig mit wahrem granitischen Gestein verwechselt. Darnach könnte Gneiß und Glimmer organische Reste enthalten haben, die alsdann durch Hitze vernichtet wurden; sogar der Granit kann ein metamorphisches Gestein sein, mit andern Worten, er kann eine niedergelegte und veränderte Schicht sein. Nach dieser Theorie könnte alles Gestein mit der Zeit metamorphisch werden, so daß die Geologie niemals hoffen kann, eine fortwährende Geschichte des Erdkreises vom Ursprung an zu bieten; denn die älteren Schichten und deren Ueberbleibsel hätten allmählig vernichtet werden müssen. Diese Theorie jedoch ist nicht allgemein angenommen worden und wird es auch wahrscheinlich nicht werden, denn die meisten Schichten bieten ein zu offenbares Zeugniß ihres Ursprunges.

Thonschiefer- Grauwacke- und silurisches System.

152. Wie schon angegeben wurde, sind die Grundformen alles geschichteten Gesteines kieselartig, thonartig, kalkartig und kohlenführend, und im Allgemeinen ist jedes System durch einen vorherrschenden Zug charakteristisch. Gneiß und Glimmerschiefer ist als vorzugsweise kieselartig beschrieben worden; im Thonschiefer-, Grauwacke- und silurischen Systeme herrscht thonartige Zusammensetzung vor — beinahe gänzlich im ersten Systeme, nur mit den sandigen Schichten im zweiten und mit kalkartigen und sandigen Lagern im dritten.

153. Das Thonschiefersystem zeigt eine ungeheure Dicke von feinkörnigem, spaltbarem, thonartigem Gestein von beträchtlicher Härte, von verschiedener Farbe und

glänzendem Anschein. Die vorherrschenden Farben sind schwarz, blau, purpurartig und buntscheckig; einige Arten sind hart und splitterig, andere weich und vergänglich. Der Charakter jedes besonderen Schiefers ist aber sehr bleibend; die darin eingeschlossenen Mineralien sind wenig, hauptsächlich kleine Pyriten und Krystalle von Chiastolith und Hornblende.

154. Die Zusammensetzung der Grauwacke ist bei weitem verschiedenartiger und unregelmäßiger. Wie man den Sandstein als festgewordenen Sand und als ein Trümmergestein von festgewordenem Kies angeben kann, so läßt sich Grauwacke als eine Anhäufung von Thon, Quarzkörnern, Feldspath und Glimmer, mit Bruchstücken von Jaspis und andern Mineralien angeben. Das kittende Material ist Thon, welcher oft den größeren Theil des Gesteins bildet; in solchen Fällen ist das Gefüge wenig von dem des Schieferthons verschieden; in manchen Schichten aber herrschen die Bruchstücke vor, so daß das Gefüge in Feinheit von dem eines rauhen Schiefers bis zum Trümmergestein von Steinen wechselt, die mehr wie einen Zoll im Durchmesser haben. Wie Grauwacke zeigt der Tonschiefer verschiedene Grade von Härte, obgleich er im Allgemeinen als ein sehr hartes Glimmergestein beschrieben werden kann, welches sehr deutlich seinen Ursprung aus früheren kieselartigen und thonartigen Bildungen anzeigt. Mit dem Schiefer und der Grauwacke sind gelegentlich Lager von dichtem Kalkstein verbunden, welche an dem thonartigen Charakter des Hauptgesteins Theil nehmen.

155. In dem silurischen System findet sich der Kalkstein häufiger, so daß man sagen kann, der Kalk sei dort vorherrschend oder wenigstens eine genaue Verbindung von kalkartigen und thonartigen Zusammensetzungen. Betrachtet man bloß Proben in Mineralienkabinetten, so würde man kaum manches Gestein der Grauwacke und des silurischen Systems unterscheiden können. In der Masse läßt sich jedoch der Unterschied leicht bemerken. Erstens ist sein Ablagerungscharakter sehr bestimmt; es zeigt mehr schnelle Abwechslungen von einer Schicht zur andern; es hat weniger Veränderungen durch Wärme erlitten und ist im Allgemeinen lockerer und erdiger in seinem Gefüge. Der Kalk ist weniger krystallinisch wie in der früheren Grauwacke; die Sandlager sind auch weniger kieselartig und gleichen mehr dem gewöhnlichen Sandstein, während der Ueberfluß an organischen Resten schon allein ihre Anordnung als besonderes System rechtfertigt.

156. Aus der Beschreibung dieser Systeme wird man

ersehen, daß ihr Hauptcharakter thonartig ist, unbedingt im Schieferthon, ziemlich bestimmt in der Grauwacke, die im Gefüge den Uebergang von Thon zu einem rauhen quarzigen Trümmergestein bildet, auch noch deutlich in dem silurischen Kalkstein, der sämmtlich einen thonartigen Charakter hat. Es ist auch bemerkenswerth, daß der krystallinische Anschein im Primärgestein mit dem Schieferthon verschwindet und allmählig in Grauwacke in silurischem Gestein zum erdigen oder sandartigen Gefüge übergeht. Allerdings haben einige der niedrigeren Schiefer einen glitzernden, halb krystallinischen Anschein; in der Masse genommen und in Verbindung mit der Grauwacke und dem silurischen Gestein ist das ganze Material aber locker an einander gereiht und zeigt entschiedener den Charakter der Ablagerung wie Gneiß und Glimmerschiefer. Der Ausdruck **Uebergang** ist auf diese Reihe angewandt worden, nicht allein um eine Veränderung in den Ursachen der Bildung anzuzeigen, sondern auch um anzudeuten, daß die Erde von unbewohnbarem Zustand in bewohnbaren überging.

157. **Das Gefüge der Schichtung** ist offenbar ein Gestein der Uebergangsreihe. Das Vorkommen des zwischengeschichteten Kalksteins, Streifen verschiedener Farbe und Härte im Schiefer, zeigen eine Ablagerung im Wasser an, während die Aufeinanderfolge von fein- und grobkörniger Grauwacke von silurischem Kalkstein und Schiefer die Schichtung eben so bestimmt anzeigt, wie Abwechslungen von Sandstein, Schieferthon und Steinkohlen. Man darf jedoch nicht annehmen, daß im Schieferthon das Gefüge der Ablagerung sehr bestimmt bezeichnet ist; dies ist allein in der Grauwacke und im silurischen System ganz entschieden. Blätterigkeit herrscht in dem Gestein von feinem Gefüge vor und Schichtung in dem von sandigem oder kalkartigem Charakter. Das blätterige Gefüge der Grauwacke ist jedoch verschieden von dem im Schieferthon; im ersteren ist es das Ergebniß der Ablagerung, im letzteren die Wirkung einer noch nachfolgenden Veränderung, welches das Gestein erlitt und welche Spaltbarkeit heißt.

158. Die **Spaltbarkeit** des Schieferthons ist von der gewöhnlichen Blätterigkeit dadurch unterschieden, daß der Schieferthon zu dünnen Platten **in rechten Winkeln** oder beinahe **in rechten Winkeln zum Lager der Schichtung bricht**, während Blätterigkeit einfach bedeutet, daß irgend eine Schicht in eine Anzahl dünnerer Lager oder Blätter gespalten werden kann. Die Spaltbarkeit findet sich in mehren Gesteinarten, ist aber am

regelmäßigsten und bestimmtesten im Thonschiefer; wegen dieses Gefüges kann das Gestein zur Dachbedeckung und zu anderen Zwecken gebraucht werden. Der Anschein der Spaltbarkeit in der Masse ist in der Figur 20 durch die beinahe senkrechten Linien dargestellt, welche die der Schichtung schneiden. Die Art, wie diese Spaltbarkeit entstand, bietet noch

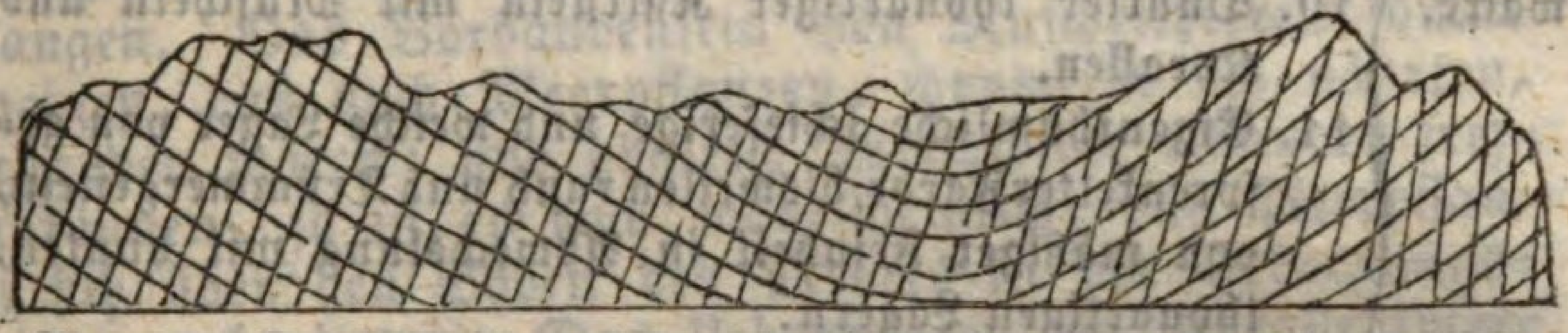


Fig. 20. Durchschnitt, welcher die Linien der Spaltbarkeit darstellt.

eine ungelöste Aufgabe. Im Allgemeinen kann man annehmen, daß sie lange Zeit stattgefunden hat, nachdem die Schichten niedergelegt waren und daß sie, wie vielleicht die Krystallisation, dem Einfluß von Wärme und Elektrizität oder beiden ihren Ursprung verdankt.

159. Die Aufeinanderfolge der Schichten im Thonschiefer-, Grauwacke- und silurischen System ist noch nicht sehr klar bestimmt worden. Im Allgemeinen kann man annehmen, daß der untere Thonschiefer am Charakter des Glimmers oder der Hornblende Antheil nimmt; daß er beim Aufsteigen der Reihe weniger krystallinisch wird und daß feinblätterige Grauwacke mit dazwischengeschichtetem Kalkstein folgt. In der Grauwacke findet sich keine offenbare Ordnung der Aufeinanderfolge, obgleich Kalkstein- und thonartige Lager in dem unteren und Trümmergesteine in dem oberen Theile des Systems vorherrschen. In dem silurischen Systeme ist die Ordnung noch weniger offenbar. Bei genauerer Ansicht aber findet man, daß harter Sandstein, Grauwacke und ähnliches Gestein in dem niederen Theile des Systems vorherrscht, dunkler Schiefer und Kalkstein im mittleren, und schieferiger, glimmerartiger Sandstein im oberen. Folgende Tafel wird einen bestimmteren Begriff von der Ordnung und Aufeinanderfolge in diesen Systemen bilden.

Silurisch.	1. Dünngelagerter etwas glimmerartiger Sandstein.
	2. Grauer und blauer thonartiger Kalkstein.
	3. Leberfarbiger Schiefer mit erdigem Kalkstein.
	4. Sehr dichter, etwas krystallinischer blauer und grauer Kalkstein.
	5. Dunkelgrauer, thonartiger Schiefer mit Klümpchen von erdigem Kalkstein.
	6. Dünngelagerter unreiner Kalkstein mit Muscheln, welcher mit feinblättrigem glimmerigem Sandstein von grünlicher Farbe abwechselt.

	7. Sandstein, Kies und Kalkstein, sandige Lager herrschen vor.
	8. Dunkelfarbige, hauptsächlich kalkartige Lager, Sandstein und Sandschiefer.
	9. Grauwackenschiefer und Sandstein, grober Kalkstein und dicke Lager Grauwacke.
Grauwacke.	10. Dunkler thonartiger Kalkstein mit Muscheln und Korallen.
	11. Eigenthümliche schieferige und weiche Lager von gesprenkelter Farbe, bisweilen rauh und Trümmergestein, von mäßiger Feinheit in Abwechslung mit bunten, thonartigen Lagern.
Thonschiefer.	12. Ein ungemein dickes Lager von Thonschiefer von verschiedenen Farben, blau, schwarz, grünlich, purpurfarben oder gefleckt, von feinem Korn, bisweilen fest, bisweilen weich.

160. Die organischen Ueberreste dieser Systeme bieten ein mehr wie gewöhnliches Interesse, weil sie die frühesten Formen des Lebens waren, womit wir bekannt sind. In den vorhergehenden Systemen fanden wir keine Spuren von Thier- oder Pflanzenleben. Das Leben beginnt erst zu dämmern mit der Entwicklung der Thonschiefergruppe und wird reichlicher, sowie die Ablagerung der Grauwacke und des silurischen Systemes vor sich geht. Die frühesten Formen des Lebens waren keine Pflanzen, sondern Thiere; ohne Zweifel Thiere von niederer Stufe, aber dennoch vollkommen für den Zustand der Dinge, unter denen sie lebten, geeignet. Es sind sämmtlich Meerthiere. Auch muß man hier bemerken, daß Ueberbleibsel von Landthieren noch nicht entdeckt wurden, die früher als am Schluß der sekundären Bildung auftraten. Im Thonschiefer und in der Grauwacke haben sich keine Spuren vom Pflanzenorganismus vorgefunden und ungefähr nur dreißig Arten von Korallen und Muschelthieren; im silurischen Gestein werden die Thierreste häufiger, aber man zweifelt, ob einzelne Bruchstücke von Meergewächsen und Farnkräutern dieser Bildung wirklich angehören. Es ist freilich nicht gewiß, ob etwa die in den früheren Bildungen begrabenen Pflanzen und Thierreste durch Hitze vernichtet wurden, allein unbedingt gewiß ist die Angabe, daß nur wenige Korallen und Muscheln in dem Thonschiefersystem, eine größere Anzahl Korallen, Muscheln und Krustenthiere in der Grauwacke, und eine Mannigfaltigkeit von Korallen, Muscheln, Krustenthieren, Fischknochen und Zähnen in dem silurischen Gestein vorkommt. So weit man untersucht hat, gehören diese

Reste längst ausgestorbenen Arten an; auch sind sie verschieden von denen, die in der sekundären Schicht vorkommen und haben nur eine geschlechtliche Aehnlichkeit, oft nur eine schwache, mit bestehenden Geschlechtern.

161. Wegen der Dürftigkeit und Eigenthümlichkeit des organischen Lebens kann man zu keinem Schluß über den Zustand der Welt in dieser frühen Periode gelangen. Das Vorhandensein von Muschelthieren könnte anzeigen, daß auch Meerpflanzen, wovon sie sich nährten, vorhanden waren; und obgleich Weichthiere einander fressen können, so ist es doch wahrscheinlich, daß Meerpflanzen sich über den Boden des Meeres in der Uebergangsperiode verbreiteten. Das Ueberwiegen der Korallenthiere weist auf einen warmen und für ihre Entwicklung günstigen Zustand hin. Eben diese hohe Wärme mußte aber gänzlich den Wuchs der Erdpflanzen verhindern, und sogar die im Meere wachsenden nur selten vorkommen lassen. Wie dies auch sein mag, wir kennen allein mehre Arten Pflanzenthiere, Weichthiere und Krustenthiere im Thonschiefer und in der Grauwacke, unter denen folgende die am meisten charakteristischen sind:

Fig. 21. 1. Cyathophyllum Cyathus; 2. Heliopora Porosa; 3. Catenipora Labyrinthica; 4. Producta; 5. Spirifera; 6. Terebratula.

162. Die Fossilien des silurischen Systems sind reichlicher; eine größere Menge Arten in jedem Geschlechte ist vorhanden. Ringelthiere, Krustenthiere und Fische sind vorherrschend, und nach der Meinung mancher

Geologen kommen Pflanzen zum Vorschein, die mit den Meergräsern, den Schachtelhalmen, den Farnkräutern und anderen verwandt sind. Indem wir die Ueberbleibsel von Pflanzen und von eigentlichen Rückgratfischen übergehen, über deren Leben in dieser Periode Dunkel herrscht, werden wir nur einige der bestimmt vorhandenen Strahlthiere, Weichthiere und Gliederthiere angeben, welche in diese Periode gehören.

163. Die Wasser der silurischen Periode scheinen an einigen Orten mit Pflanzenthieren und Korallen vollgedrängt gewesen zu sein, denn gewisse Kalksteine sind aus deren Resten ebenso zusammengesetzt, wie Korallenriffe. Unter den Strahlthieren findet sich zum erstenmal die Enkrinitenfamilie, welche sich von andern Korallen durch die selbstständige Natur ihres Baues, ihren festen gegliederten Stängel und den schwimmenden Magen unterscheidet, welcher mit beweglichen Strahlen zur Ergreifung und Festhaltung der Nahrung geeignet war. Auch Muschelthiere werden zahlreicher und bestimmter in der Form; spiriferae, terebratulae und productae sind sehr häufig. Auch beginnen Muscheln mit mehren Abtheilungen oder Kammern im Innern, wie der jetzt noch vorhandene Nautilus, die Meere zu bevölkern. Es muß jedoch bemerkt werden, daß die Enkriniten und die mit Kammern versehenen Muscheln dieser frühen Periode nicht so zahlreich, so riesenhaft, oder so vollkommen in der Form waren, wie die der sekundären Schichten; in der Bergkalkgesteingruppe erlangen die Crinoidea ihren Gipfelpunkt, und in Lias und Oolith sind die Ammoniten und Nautili am vollkommensten entwickelt. Von den Krustenthieren dieser Zeit ist das interessanteste Beispiel der Trilobit (Thiere mit 3 Lappen), von welchem viele Geschlechter und Arten sich vorfinden, mit dem aber wohl kein noch jetzt vorhandenes Thier Aehnlichkeit hat. Der Trilobit, siehe 7 8 9 in der Figur 22, war ein wahres Krustenthier mit schalartigen Platten bedeckt, welches hinten in ein biegsames Ende ausging, und welches ein Kopfstück mit größeren Platten besaß, das von vier Augen von sehr verwickeltem Bau durchbohrt war. Wahrscheinlich schwamm das Thier im Wasser vermittelst weicher Flossen, wovon keine mehr vorhanden sind; Andere glauben, daß es sich durch sein außerordentlich biegsames Ende vorwärts brachte. Das interessanteste seiner verschiedenen Organe aber war das Auge, von dem mehre Proben vollkommen uns erhalten sind. Dies Organ bestand nach Anatomen aus 400 runden Linsen, in abgesonderten Abtheilungen auf der Ober-

fläche einer Hornhaut, die kegelförmig nach oben ragte, so daß das Thier an seinem gewöhnlichen Orte auf dem Boden des Meeres ringsum alles sehen konnte. Da zwei Augen vorhanden sind, so wäre die Seite von einem nutzlos gewesen, da sie nur im Blicke die Richtung des andern durchkreuzen mußte; an den innern Seiten sind aber keine Linsen, damit nach einem allgemeinen Naturgrundsatz nichts nutzlos angebracht werde. Ein jetzt noch lebendes Thier Serolis, hat Augen nach demselben Grundsatz gebaut, nur liegen diese nicht so hoch, — ein nothwendiger Unterschied, da der Rücken der Serolis sich niedriger befindet, und dem Gesichte des Geschöpfes weniger Hinderniß bietet.

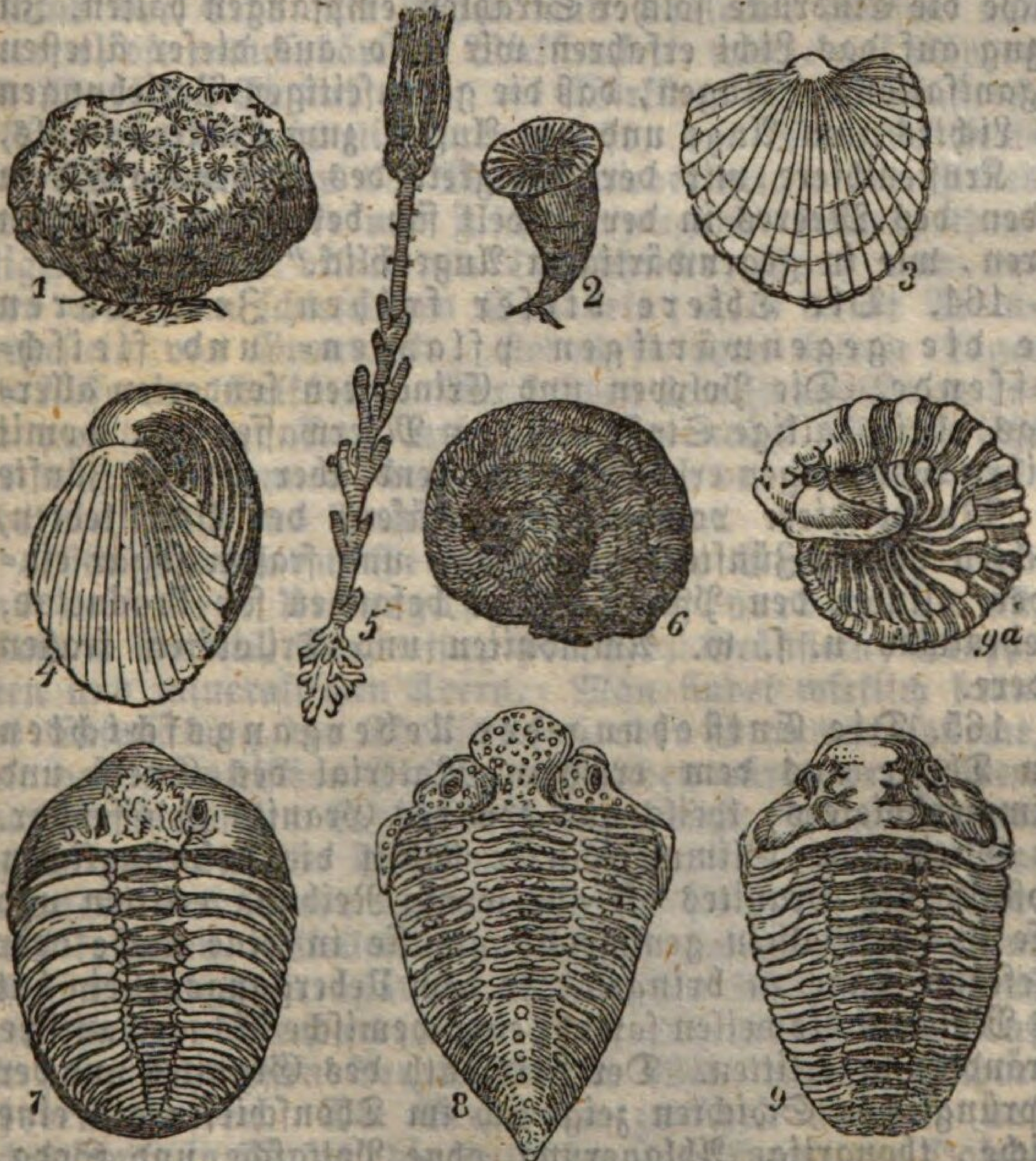


Fig. 22. 1. Astrea; 1. Turbinolia Fungites; 3. Terebratula Risca; 4. Leptaena lata 5. Actinocrinites; 6. Euomphalus rugosus; 7. Asaphus de Buchii; 8. Asaphus tuberculatus; 9. Calymene Blumenbachii; 9a Seitenansicht der aufgerollten Calymene.

Dies kleine Organ eines unbedeutenden Thieres gibt

den jetzt lebenden Menschen eine gewisse Kunde, daß die Luft, die er athmet, und das Licht, welches er sieht, damals dasselbe war, wie gegenwärtig und daß das Meer im Allgemeinen so rein sein mußte, wie jetzt. Wäre das Wasser bleibend in Verwirrung oder trüb gewesen, so hätte ein Geschöpf auf dem Boden des Meeres so zarte Gesichtsorgane nicht gebrauchen können. „In Bezug auf die Atmosphäre," sagt Buckland, „können wir daraus den Schluß ziehen, daß dieselbe, wäre sie von ihrem Zustande wesentlich verschieden gewesen, die Lichtstrahlen in soweit hätte bedingen müssen, daß ein entsprechender Unterschied von den Augen jetzt existirender Krustenthiere sich hätte finden müssen, welche die Eindrücke solcher Strahlen empfangen hätten. In Bezug auf das Licht erfahren wir also aus dieser ältesten Organisation der Augen, daß die gegenseitigen Beziehungen des Lichtes zum Auge und des Auges zum Lichte damals, als Krustenthiere mit der Fähigkeit des Sehens auf dem Boden des Meeres in der Urwelt sich befanden, dieselben waren, wie in gegenwärtigem Augenblick."

164. Die Thiere dieser frühen Zeit waren wie die gegenwärtigen pflanzen- und fleischfressende. Die Polypen und Crinoideen sonderten allerdings allein kalkige Stoffe aus dem Meerwasser ab, womit sie ihre Wohnungen erbauten; während aber gewisse Zünfte der Muschelthiere von den Seegräsern der Ufer lebten, machten andere Zünfte darauf Jagd und fraßen sogar einander. Unter den Pflanzenessern befanden sich Productae, terebratulae u. s. w. Ammoniten und Trilobiten fraßen andere.

165. Die Entstehung der Uebergangsschichten zum Theile aus dem ersetzten Material des Gneiß und Glimmerschiefers, theils aus dem des Granits ist offenbar. Im Gneiß und Glimmerschiefer haben die ursprünglichen Krystalle des Granites oft nur wenig Reibung erlitten und diese ist meist allein genügend, um sie in eine flache oder schieferige Lage zu bringen. In dem Uebergangsgestein hat das Material bisweilen sowohl eine chemische als mechanische Veränderung erlitten. Der Feldspath des Granites und der ursprünglichen Schichten zeigt sich im Thonschiefer als eine weiche, thonartige Ablagerung ohne Pottasche und Soda, welche in seinem krystallisirten Zustande vorhanden waren. Der Quarz zeigt sich in sandigen Körnern ohne besondere Form, bisweilen fein gepulvert, bisweilen grob und kiesartig. Der Glimmer ist verschieden verbreitet, er erscheint kaum in einigen Schichten der Grauwacke; er findet sich

aber in anderen silurischen Schichten, so daß er ihnen einen glimmerartigen und schieferigen Anschein ertheilt. Alles dies bezeugt die vereinigte Wirksamkeit von Luft und Wasser. Die Atmosphäre half bei der chemischen Zersetzung des Feldspathes, das Wasser brachte ihn zum Meere als Ablagerung. Die Feinheit und Dicke des Thonschiefers bezeugt eine ungeheure Tiefe ruhigen Wassers, die sandigen und Trümmergesteinlager der Grauwacke nicht allein die Wirkung der Flüsse, sondern auch die des Meeres auf die Ufer; die kalkartigen Lager von silurischem Gestein bezeugen die Wirksamkeit des Korallenthieres, ähnlich derjenigen, die jetzt im stillen Ocean vor sich geht. Wir haben also hier einen Zustand der Erde mit Höhen und Thälern, Flüssen und Meeren, die atmosphärische Wirksamkeit, welche auf Klippen und Abgründe Einfluß übt; die Wirksamkeit des Wassers, welches das Gestein niedriger macht, das Material fortträgt und es am Ufer des Meeres niederlegt, dessen Fluten Korallen, Schalthiere und Fische erzeugen. Feiner, thonartiger Schlamm bildet den Thonschiefer, Sand und anderer Schlamm schieferigen Sandstein; Kies bildet Trümmergestein von Grauwacke, Korall-Polypen bilden Lager und Riffe von Kalkstein. Wir besitzen kein Zeugniß von Leben auf trockener Erde, und der nothwendige Schluß läßt uns deßhalb erkennen, daß die Zustände der Erdkugel dasselbe noch nicht ins Dasein rufen konnten.

166. Das vom Feuer erzeugte Gestein, welches mit dem Uebergangsgestein verbunden ist, besteht in Granit, Serpentin, Porphyr, Grünstein, Trapparten und mineralischen Adern. Man findet wirklich kaum eine Entwicklung der Thonschiefer- oder Grauwackesysteme, ohne daß granitisches Gestein vorhanden wäre; der größere Theil der silurischen Schichten ist in geneigte oder gekrümmte Lagen durch dieselbe Wirksamkeit geworfen, während Ergießungen von Trapp in den späteren Schichten zum Vorschein kommen. Vielleicht wurden die ausgedehntesten und riesenhaftesten Anstrengungen vulkanischer Kraft am Schluß dieser Periode offenbart; man hat genügende Beweise, daß alle hauptsächlichsten Bergketten der Welt damals emporgehoben wurden. Die Bergketten zwischen England und Schottland, in Wales, die Pyrenäen, der Harz, der Dofrafels, der Ural, der Himmalayah, der Atlas, die Mondberge und andere afrikanische Bergketten, die Anden, die Alleghanies scheinen alle ihre Erhebung in der Uebergangsperiode erhalten zu haben. Deßhalb kann man leicht begreifen, wie die primären und Uebergangsschichten in

hochgeneigte und gekrümmte Lagen geworfen wurden; wie so viele Gänge und Adern sie durchziehen konnten und wie die Spaltbarkeit des Thonschiefers und andere Veränderungen durch Wärme stattfanden.

167. Die Landausdehnung, worüber Thonschiefer, Grauwacke und silurisches System sich verbreitet, ist durch die Erwähnung der hauptsächlichsten Bergketten angegeben, von deren Seiten ihre Schichten meilenweit sich ausdehnen.

168. Der geographische Anschein von Uebergangsgegenden ist zerrissen und zerklüftet. „Von Granit gehalten," sagt Phillips, „und mit feuererzeugten Massen gemischt, erhebt sich das Schiefergestein der englischen Seen auf mehr wie 3000 Fuß Höhe und zeigt eine Mannigfaltigkeit der Umrisse und eine Verwicklug der Verbindungen, welche zugleich mit hellen Seen und beträchtlichen Wasserfällen der Schweiz wenig nachstehen." Diese Größe, Verwirrung und Mannigfaltigkeit läßt sich leicht erklären, wenn wir die Höhe betrachten, worauf die Schichten empor gerichtet wurden; wenn wir die scheitelrechten Lagen, in die sie durch plötzliche Gewalt geschleudert wurden, und die Unregelmäßigkeit ihrer Zusammensetzung beachten, welche sie zur Annahme von 1000 Formen befähigt, hier zerrissen und zersplittert, dort gesunken und in furchtbare Abgründe und Schluchten gespalten.

169. Der ökonomische Gebrauch der Mineralien dieser Systeme ist zahlreich und wichtig. Aus Thonschiefer erhält man Dachschiefer, Schreibschiefer und eine Menge Schiefer zur Verzierung und zu andern Zwecken. Pflastersteine und Quadern erhält man aus der Grauwacke und den silurischen Lagern; der Kalkstein derselben Systeme dient als Bildnermarmor. Dies bloße Gestein ist jedoch von geringem Werth, im Vergleich mit den in diesen Schichten gefundenen metallischen Adern. Zinn, Blei, Kupfer, Silber, Gold und andere Metalle finden sich reichlich in Adern, welche den Thonschiefer durchziehen; in Großbritannien wie in andern Ländern besteht daraus das hauptsächlichste metallführende Gestein mit Ausnahme des Bleis und Eisensteins im kohlenführenden System.

Grauwacke, eigentlich ein deutscher Bergmannsausdruck für graues Gestein, von den Geologen angenommen, um den graulichen Schiefer und kieselartiges Trümmergestein der Uebergangsschichten zu bezeichnen. Englische Geologen nennen dies Gestein Cambrisches, weil es sich auf einem großen Theil der Oberfläche von Wales oder Cambrien findet.

Silurisch. Ein von Murchison erfundener Ausdruck, um die kalkartigen und thonartigen Lager zwischen Grauwacke und altem rothem Sandstein zu bezeichnen. Das Wort ist von den Silurern abgeleitet,

einem Volke des alten Britanniens, zur Zeit der Eroberung der Römer, in dem Landstrich zwischen England und Wales, wo man dieses Gestein auf der Oberfläche am meisten entwickelt findet.

Pyrit, ein Mineral, bestehend aus Schwefel und Eisen — schwefelsaures Eisen — gewöhnlich von messinggelber Farbe, glänzend und krystallisirt, z. B. die kleinen glänzenden Krystalle in einigen Arten des Dachschiefers.

Sandartig. Die Ausdrücke kieselartig, quarzartig und sandartig werden auf Gestein nach dem Anschein seines Gefüges angewandt. Stark verhärteter und dichtkörniger Sandstein heißt kieselartig; sind die Quarztheilchen groß und bestimmt, so ist er quarzartig; sind sie mäßig fein und etwas locker im Gefüge sandartig. Sand besteht hauptsächlich aus Quarz oder Kiesel.

Spaltbarkeit. Die Eigenthümlichkeiten dieses Gefüges haben manche Vermuthungen und Experimente hervorgerufen. R. W. Fox setzte eine Masse nassen Thon, der mit gesäuertem Wasser bearbeitet war, mehre Monate lang einer schwachen, elektrischen Wirksamkeit aus. Nach Beendigung dieser Zeit zeigten sich Spuren von Spaltbarkeit, indem die Blätter in rechten Winkeln zur Richtung der elektrischen Wirksamkeit brachen. Andere glauben, daß die Spaltbarkeit durch beträchtliche chemische Wirksamkeit auf einen fein pulverisirten Körper wie Thon, stattfindet und gleichsam eine rohe Art Krystallisation bildet. Andere schreiben das Gefüge der Wärme zu, weil man beobachtet hat, daß die Spaltbarkeit unter dem Schiefer der kohlenführenden Schichten stattfand, wo ein vom Feuer gebildetes Gestein in der Nähe war. Vielleicht haben alle drei Ursachen mitgewirkt, denn es ist mehr als wahrscheinlich, daß Wärme, Elektrizität und chemische Wirksamkeit nur Äußerungen einer allgemeinen Kraft sind.

System des alten rothen Sandsteins.

170. Bis zu einer noch nicht lange vergangenen Zeit betrachteten die Geologen den Gneiß, Glimmerschiefer, Thonschiefer und alten rothen Sandstein als genug bezeichnend für alle geschichteten Systeme, die unter den Kohlenschichten lagen. Wir haben jedoch gesehen, daß der Thonschiefer sowohl in mineralischer Zusammensetzung wie in organischen Resten wesentlich von der Grauwacke verschieden ist, und daß die Grauwacke beim Aufsteigen den sandigen Charakter zu verlieren beginnt, worauf eine Reihe von thonartigen und kalkartigen Lagern folgte, die an Fossilien reicher und in der Masse sichtbar unterschieden ist. Auf diese Reihe von Schichten hat Murchison den Ausdruck silurisches System angewandt — ein System, wovon man sagen kann, daß es am Charakter der unteren Grauwackelager Theil nimmt, sowie es auch allmählig in das graue, glimmerartige Gestein des obenliegenden, alten, rothen Sandsteines übergeht. Man darf jedoch nicht annehmen, daß all diese Systeme in jedem Lande vollkommen entwickelt sind; der Geolog behauptet allein, daß sie, wenn sie sich vorfinden, in jener Ordnung allgemeiner Ansicht und mit jenem Charakter vorkommen. Bisweilen ist der Schieferthon nur durch

sehr unbestimmte thonartige Lager dargestellt; in manchen Orten kann man nichts entdecken, was einer bestimmt dargestellten Schicht von silurischem Gestein entspräche; im Allgemeinen ist aber doch irgend eine Andeutung des Unterschiedes im mineralischen oder fossilen Charakter vorhanden, wodurch wir in Stand gesetzt werden, die Aufeinanderfolge dieser Systeme zu erkennen. Wie viel Schwierigkeit man auch haben mag, um die Gegenwart und die Grenzen der Grauwacke und silurischen Systeme zu erkennen, so ist selten ein Zweifel über den alten rothen Sandstein vorhanden, der auf den brittischen Inseln eine Gesteinbildung von der deutlichsten Entwicklung zeigt.

171. Die Zusammensetzung des alten rothen Sandsteins ist, wie der Name anzeigt, hauptsächlich sandartig und zeigt eine Aufeinderfolge von Sandstein, die mit untergeordneten Lagern von Sandschiefer abwechselt. Die Sandsteine gehen in Betreff der Feinheit von dichtkörnigen, spaltbaren Stücken auf dicke Lager von Trümmergestein über, wovon letzteres aus Steinen in der Größe einer Haselnuß bis zu der eines Mannskopfes besteht. Das ganze System ist von einem übersäuerten Eisen gefärbt; die Farbe wechselt vom dunklen Rostgrau bis zum Ziegelroth, von der gesprenkelten Purpur- und Rehfarbe bis zum Gelben des Milchrahms. Der gesprenkelte Anschein findet sich hauptsächlich im Thonschiefer, welcher wegen seines sandigen Charakters als unvollkommener Sandstein betrachtet werden kann. Auch finden sich kalkartige Lager in dem Systeme, sind aber nicht regelmäßig entwickelt und müssen wegen Zusammensetzung und Gefüge als kieselartig und zusammengehäuft gelten. Man kennt sie unter dem Namen Kornsteine und sie sind als Kalksteine nicht zu brauchen. In Masse genommen, wird die Zusammensetzung dieses Systems durch den Ausdruck alter rother Sandstein zur Genüge angezeigt; das Beiwort alt wird hinzugefügt, um es von einer andern Reihe rothen Sandsteins zu unterscheiden, der über den Kohlenlagern vorkommt und gewöhnlich neuer rother Sandstein heißt.

172. Die Ordnung der Aufeinanderfolge im alten rothen Sandstein ist an verschiedenen Orten verschieden. Man hat angegeben, der vorherrschende Mineralcharakter sei feinkörniger, rother Sandstein, welcher einzelne kleine Steine umschließt; Lager rauhen Trümmergesteins; feinkörnige, spaltbare, glimmerartige Lager von graulicher Farbe; Lager von gesprenkeltem Schiefer und Lager von gelbem Sandstein. Obgleich nun in einigen Gegenden das

Trümmergestein das unterste ist und in andern das feinkörnige, glimmerhaltige unten liegt, so kann man, wenn man von diesen örtlichen Abweichungen wegsieht, folgende Ordnung als die häufigste annehmen:

Kohlenlager.

Altes rothes Sandsteinsystem.

1. Gelber Sandstein, feinkörnig, welcher kleine Steinstücke enthält und mit Lagern gesprenkelten Schiefers abwechselt. Ueberbleibsel von Fischen, aber keine Spuren von Pflanzen.
2. Rothes Trümmergestein oder Puddingstein von ungemeiner Dicke, entweder in einer Masse oder von gelegentlichen Lagern rothen Sansteins unterbrochen. Keine organischen Ueberreste.
3. Eigentlich rother Sandstein, gewöhnlich in dicken Lagern von ziegelrother Farbe, mit Stücken von Quarz und anderem primärem Gestein. Trümmergesteinlager und kalkige Anhäufungen sind gelegentlich dazwischen geschichtet. Organische Reste sind selten und nicht sehr bestimmt.
4. Grauliche, glimmerartige Lager, bisweilen dunkel und bituminös. Diese sind an Dicke von einem Zoll bis mehre Fuß verschieden. Zahlreiche Ueberreste von Fischen, einige Abdrücke von Pflanzen.

Grauwacke.

Diese Tabelle zeigt die gewöhnliche Ordnung des Systems in Schottland. Alle Gruppen kann man sehr wohl unterscheiden. Sie unterstützen wesentlich die Nachforschungen des Geologen; behandelt man sie nicht als bestimmte Systeme, sondern als Theile eines großen Systemes, so sind sie den Nachforschungen des Geologen sehr behülflich.

173. Die organischen Ueberreste des Systems sind zwar nicht so zahlreich wie die der Grauwacke unten, oder des kohlenführenden Gesteins oben, aber wenigstens auf gleiche Weise wegen ihrer Eigenthümlichkeiten und wegen ihrer Einrichtung merkwürdig, wodurch sie sich zu den Verhältnissen, unter welchen sie leben mußten, eigneten. Die Ueberbleibsel der Pflanzen sind gering und unbestimmt, aber offenbar mit denjenigen verwandt, die man in dem silurischen Gesteine fand. In den graulichen, glimmerartigen Lagern fand man Abdrücke von Farrenkräutern, Schachtelhalmen, runde Abdrücke wie die von Knospen oder Beeren einer strauchähnlichen Pflanze. Viele sind stark gekohlt und zerbrochen, als seien sie aus großer Entfernung hergeführt und unter das sandige Material niedergelegt worden, worin sie sich jetzt finden. Einige kohlenführende Ablagerungen kommen auch unter den schiefrigen Lagern

vor; Pflanzenstoff ist aber nirgends zur Genüge vorhanden gewesen, um bituminöse Ablagerungen oder dünne Kohlenschichten zu bilden. Als Ganzes genommen ist das alte rothe Sandsteinsystem an Pflanzenresten arm und scheint einen Zustand der Erde anzudeuten, welcher den Wuchs der Pflanzen allein auf abgesonderten und beschränkten Flächen erlaubte. Diese Pflanzen stehen auch gar nicht hoch in der Stufenleiter des Pflanzenreiches. Die thierischen Reste sind häufiger und bestimmter, zeigen aber wenig Mannigfaltigkeit. Der vorherrschende Charakter ist der von Seefischen, mit einfachem, aber merkwürdigem Bau.

174. Die fossilen Fische oder Ichthyolithen des alten rothen Sandsteins zeigen die erste bestimmte Spur des Daseins der höchsten Reihe des Thierreiches, nämlich die Rückgratthiere. Die frühesten Geschlechter bieten jedoch noch nicht den vollkommensten Bau, sondern bilden gleichsam nur ein Glied der Kette zwischen den niedrigeren Krustenthieren und den vollkommen entwickelten Fischen. Cephalaspis, Coccosteus und Pterichthys, die in der beiliegenden Figur dargestellt sind, bilden die vorherrschendsten Formen dieser krustenähnlichen Familien. Cephalaspis gleicht im Allgemeinen dem Asaphus des silurischen Gesteines, ist mit knochigen Schuppen bedeckt und hat seinen Namen von der Schildform seines Kopfes. (Nach

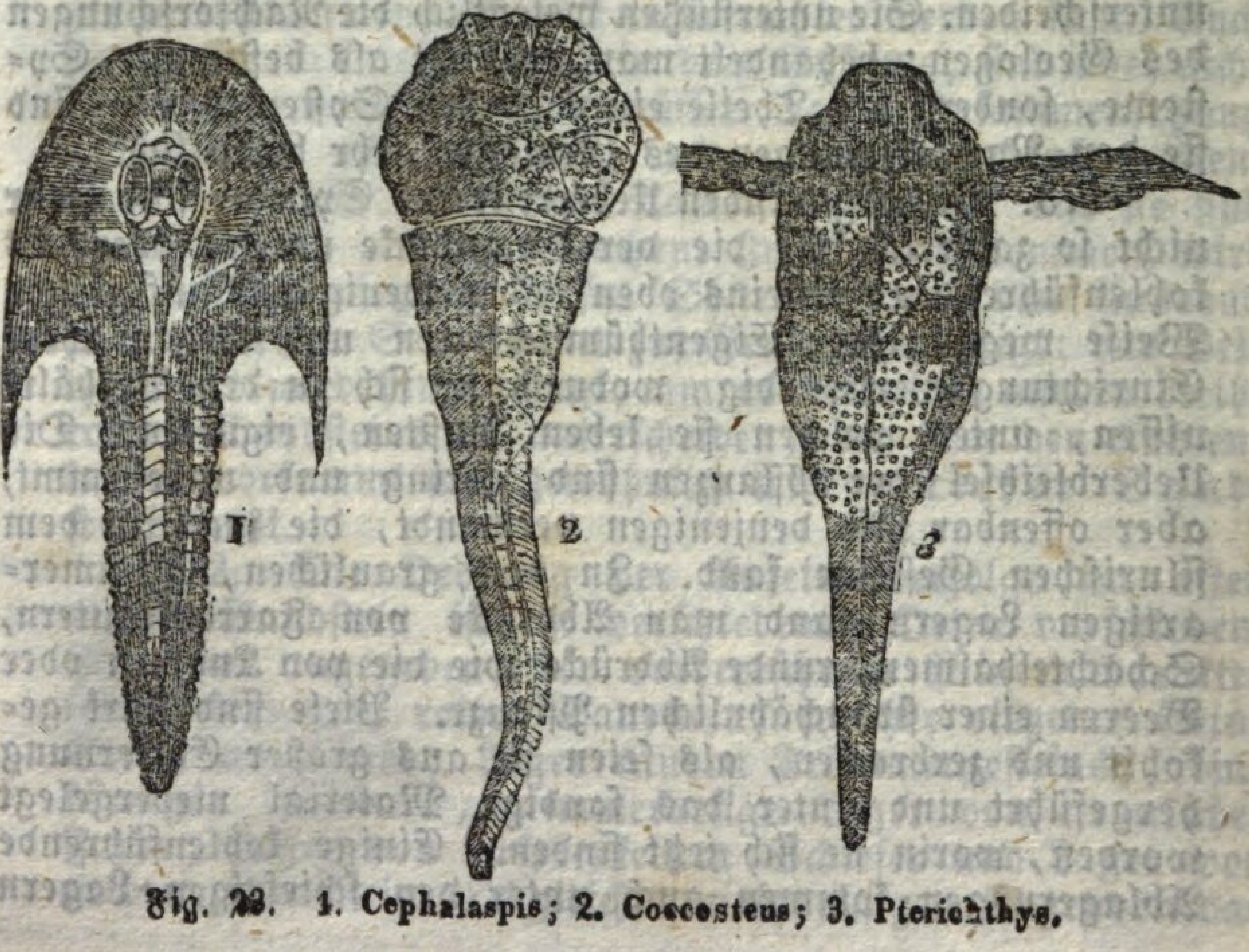


Fig. 23. 1. Cephalaspis; 2. Coccosteus; 3. Pterichthys.

den griechischen Worten für Kopf und Schild.) Auch der Coccosteus ist in eine knochige Decke gehüllt, mit einem Schwanz zur Bewegung versehen und erhält seinen Namen von den beerenartigen Höckern, welche sich auf seinen Platten befinden. Der Pterichthys hat dieselbe Art Decke oder äußeres Skelett; charakteristisch ist aber für ihn ein Paar flügelgleicher Theile, welche nicht allein seine Fortbewegung unterstützten, sondern auch, wenn er angegriffen wurde, zur Vertheidigungswaffe dienten. Er erhält den Namen von diesen Theilen (nach den griechischen Worten für Flügel und Fisch). Er ist einer der am meisten vorkommenden Fossilien in dieser Bildung und für den alten rothen Sandstein ebenso charakteristisch, wie der Trilobit für das silurische Gestein.

Im Holoptychius und einigen andern ist diese Knochenbedeckung ebenfalls vorherrschend, besteht aber aus einer größeren Anzahl von Platten, die schön mit Schmelz überzogen und mit merkwürdigen Figuren bezeichnet sind, während der allgemeine Umriß der Gestalt den jetzt vorhandenen Fischen sich mehr nähert, indem Schwanz und Flossen als Organe der Bewegung vorhanden sind.

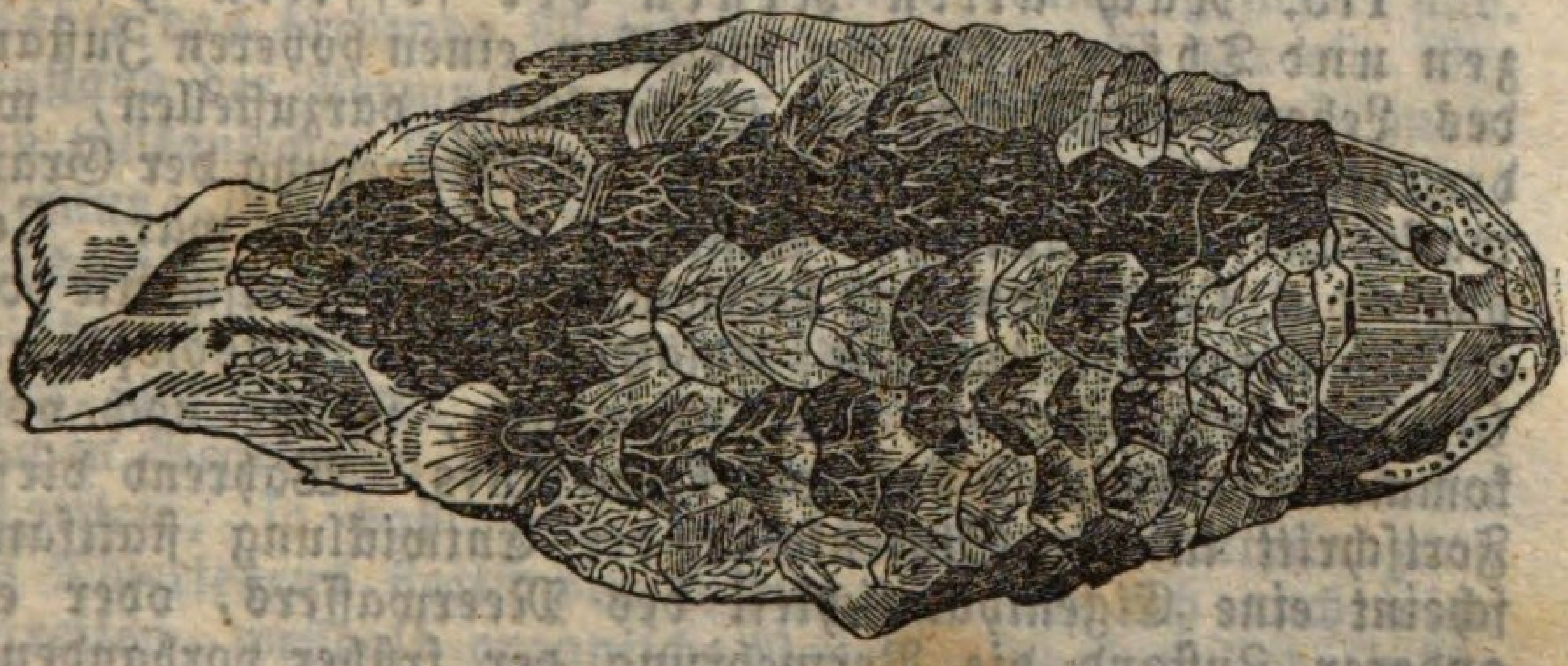


Fig. 24. **Holoptychius Nobilissimus.**

In anderen Geschlechtern gehen die Knochenplatten allmählig in knochenartige, regelmäßig geordnete Schuppen über, die sich mit einander verbinden, oder einander überragen. Dieser Bau wird durch den Osteolepis erläutert (nach den griechischen Worten für Knochen und Schuppe), welcher die Form eines vollkommenen Fisches darstellt, mit Flossen an der Brust, Unterleib und Schwanz. Im Osteolepis sind die knochigen Schuppen wie die Bausteine eines Hauses an einander gereiht, so daß sie den innern Theilen einen starken Schutz darbieten und den Biegungen des ganzen bewegten Körpers nachgeben konnten. In den früheren

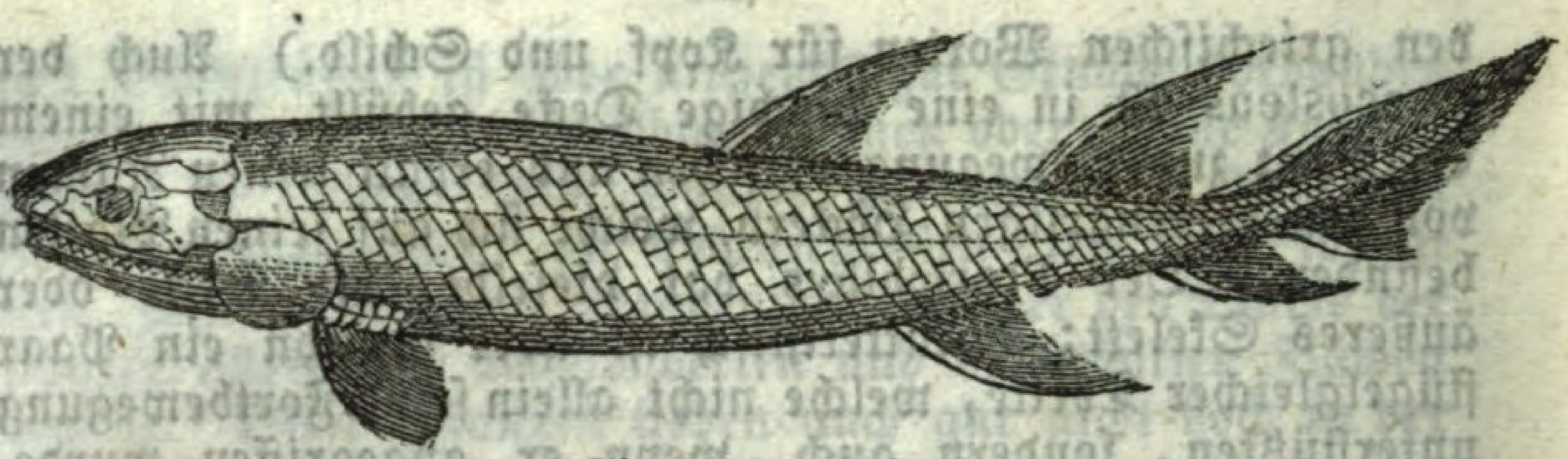


Fig. 25. **Osteolepis.**

Formen des Thierlebens waren die Bewegungsorgane nur unvollkommen entwickelt; im Osteolepis aber zeigt sich ein großer Fortschritt, denn seine Flossen, Schwanz und verlängerte Körperform ist von solcher Art, daß sie Kraft mit Behendigkeit verbindet. Einige Familien dieser ursprünglichen Fische waren mit dornigen Flossen versehen oder sonst mit abgesonderten Flossen von zwei bis drei Zoll Länge bewaffnet; diese Fische werden von Geologen Ichthyodorylithen genannt (nach den griechischen Worten für Fisch, Speer und Stein). In allen ist der Schwanz wie beim Hai ungleich gelappt — ein Merkmal, welches Knorpelfische von Knochenfischen unterscheidet.

175. Nach allen Resten der fossilen Pflanzen und Thiere scheinen dieselben einen höheren Zustand des Lebens hinsichtlich der Entwicklung darzustellen, wie derjenige war, welcher während der Ablagerung der Grauwacke und des silurischen Gesteines vorhanden war. Cephalaspis, Coccosteus und Pterichthys zeigen Fortschritte vom einfach geformten Asaphus; Holotroptychius, Osteolepis und Glyptolepis gehören zu den Ordnungen, welche noch vollkommener entwickelt sind wie Pterichthys. Während dieser Fortschritt in der Stufenfolge der Entwicklung stattfand, scheint eine Eigenthümlichkeit des Meerwassers, oder ein anderer Zustand die Vermehrung der früher vorhandenen Ordnung verhindert zu haben; denn in keinem Lager des alten rothen Sandsteins finden wir die Korallen, Muschelthiere und Krustenthiere des silurischen Systemes. Allerdings sind in der niederen Reihe des Systemes Ueberbleibsel von Krustenthieren entdeckt worden, allein in so unvollkommenem Zustande, daß man unmöglich entscheiden kann, welche Aehnlichkeit sie mit denen des silurischen Kalksteins haben. Ferner scheint der Pflanzenwuchs während der Grauwacke fast gänzlich verschwunden zu sein, während die Bildung des alten rothen Sandsteins vor sich ging, denn nur an wenigen abgesonderten Punkten finden wir ein Anzeichen des Pflanzenorganismus in der ganzen Masse der Bildung.

176. Der Zustand der Erde während der Ablagerung des alten rothen Sandsteins ist durch die fossilen, erwähnten Reste nur unvollkommen angezeigt. Der alte rothe Sandstein an den Höhen der primären und Uebergangsbildung ist offenbar eine Ablagerung an Ufern; die niedere, oder gräuliche, glimmerartige Reihe zeugt von Ablagerungen in ruhigem Wasser, Sandstein und Trümmergestein von Wirkung der Ströme und anderer Bewegung des Wassers und die gelben Lager von einem Wiedereintreten der ruhigen Ablagerungen. Viele Schichten zeigen die Wellenspur der Flut eben so bestimmt, wie der Sand gegenwärtiger Meeresufer; das Trümmergestein weist in seiner ganzen Zusammensetzung auf ähnliche Ursachen wie diejenigen hin, von welchen die Kiesbänke der Gegenwart gebildet werden. Der färbende Stoff (übersäuertes Eisen) beweist, daß die Wasser mit einer Mineralauflösung geschwängert waren, welche das thierische Leben vernichten mußte; es ist eine merkwürdige Bestätigung dieser Thatsache, daß fossile Fische sich am reichlichsten in der gelben Sandsteinreihe vorfinden, denjenigen Schichten, welche am wenigsten durch metallische Schwängerung gefärbt sind. Woher das färbende Metalloxyd stammt, ist nur ein Gegenstand der Vermuthung; am gewöhnlichsten glaubt man, daß vulkanischer Ursprung dasselbe hervorbrachte, und diese Meinung ist auch als die einzige zu betrachten, welche die Erscheinung erklären kann. War also die alte rothe Sandsteinperiode die einer außerordentlichen vulkanischen Störung, welche Erde und Atmosphäre zur Ernährung einer reichen Vegetation unfähig machte und welche das Wasser vergiftete, so daß keine Entwicklung und Fortpflanzung des Thierlebens stattfinden konnte, so läßt sich auch leicht begreifen, weßhalb organische Reste so sparsam sind, während zugleich ein Fortschritt in Art und Charakter des Pflanzen- und Thierlebens geschah.

177. Das vom Feuer gebildete und mit dem System verbundene Gestein, wodurch es in seine gegenwärtige Lage gehoben wurde, sind Grünstein, Thonstein, Porphyr, Feldspath, Mandelstein und manche andere Trapparten. Gelegentlich ist der Trapp von Gängen neueren Grünsteins, Feldspaths und Serpentins durchschnitten; wahres granitisches Gestein findet sich aber selten oder niemals in genauer Verbindung mit irgend einem Theile der Reihe. Durch die Beendigung der Ablagerung des alten rothen Sandsteins läßt sich die granitische Periode als geschlossen betrachten, worauf die des Trappes folgte, eine Zeit, welche mehr

verwickelte Verrückungen und Krümmungen des geschichteten Gesteins, obgleich weniger ausgedehnte und riesenhafte Erhebungen veranlaßte. In Schottland gehört das Grampiangebirge der ersteren Zeit, das Ochilgebirge der letzteren an; zwei Reihen, welche sogar dem unerfahrenen Auge so viele Unähnlichkeiten im äußeren Umriß und inneren Bau bieten, daß man sie beim ersten Blick verschiedenen Zeiten zuschreiben muß. Die vulkanischen Kräfte, die bei der ganzen Bildung des alten rothen Sandsteins wirkten, scheinen am Schluß der Ablagerung gleichsam in einem riesenhaften Wuthanfall sich erschöpft und die kürzlich festgewordenen Schichten zu Bergreihen von ungemeiner Unregelmäßigkeit erhoben zu haben, an deren Reihen, als sie sich in die See ausdehnten, die Schichten der nachfolgenden Schöpfung ungleichförmig niedergelegt wurden.

178. Die Ausdehnung des alten rothen Sandsteins ist sehr groß, ein Umstand, welcher in vielen Beispielen der flachen Lage der Schichten zuzuschreiben ist, welche so einen größeren Betrag von Oberfläche bedecken, wie es der Fall gewesen sein würde, wäre die Lage hoch geneigt, wie bei den primären Bildungen, gewesen. Alle Glieder der Reihe sind in Schottland weit entwickelt; die niederen Theile finden sich zwischen England und Wales, in Irland und Deutschland; die mittleren Theile nehmen ausgedehnte Flächen in Rußland, in Mittelasien, in Sibirien und in der Tatarei ein und finden sich auch an den Seiten des südlichen Himalayah; verschiedene Glieder des Systems finden sich auch in verschiedenen Gegenden Nord- und Südamerikas und Mittelafrikas.

179. Der geographische Charakter des rothen Sandsteins ist im Allgemeinen verschiedenartig und unregelmäßig. Die Höhen sind weniger schroff als in den Primärbildungen, höher und wellenförmiger wie in irgend einer folgenden Periode. Wo die Schichten flach und verhältnißmäßig ungebrochen liegen, ist die Ansicht uninteressant, allein der Boden ist leicht und fruchtbar, da er auf Sand, Kies oder röthlichem Thon liegt, welcher aus den Trümmern der Bildung entsteht. Andererseits zeigen die Gebirge von altem rothen Sandstein eine große Mannigfaltigkeit der Ansicht; sie erheben sich in leichter Wellenform, sinken und schwellen nach jeder Richtung, bewahren aber einen fortgesetzten Zug, und zeigen in der Kette eine Aufeinanderfolge rundlicher Höhen und Kegel, in der Masse eine unregelmäßige Ansicht von Höhen und Thälern, Schluchten und Einbiegungen von großer Schönheit und An-

muth. Die Oschil- und Sidlaw-Gebirge in Schottland gehören mit ihren Zwischenthälern ausschließlich dieser Bildung an, und lassen sich als deren charakteristische Form bezeichnen.

180. Die in den Handel kommenden Mineralien aus dem alten rothen Sandsteinsystem sind nur sehr wenige; von der untern Gruppe der Ablagerungen erlangt man den dünnen Schiefer von grauem, glimmerartigem Sandstein, den man allgemein zum Decken von Dächern und Fußböden gebraucht. Aus den obern rothen und gelben Gruppen erhält man Bausteine von verschiedener Eigenschaft, allein keine sind von großer Schönheit oder Dauerhaftigkeit. Der Thonstein, Porphyr und Feldspath sind ungemein dauerhaft, werden aber beim Bauen selten gebraucht, da man sie nur mit Schwierigkeit in eine besondere Form hauen kann. Vom Trapp erhält man das beste Material zu macadamisirten Chausseen; unter den Trümmern desselben Gesteins findet der Juwelier viele runde und hohle mit Krystallen inwendig besetzte Steine, welche Edelsteine wie Chalcedon, Achat, Jaspis und Karneol enthalten.

Eintheilung der Fossilien. Fische.

181. Bevor wir in unserer Beschreibung der nachfolgenden Bildung fortschreiten, muß das System der Eintheilung, welches in Bezug auf Fossilienfische angenommen wurde, um so mehr hier angegeben werden, da es von dem Cuviers, welches die bestehenden Geschlechter betrifft, eine Abweichung bietet. Dieser berühmte Naturforscher reihte die ganze Anzahl von Arten in zwei Gruppen nach der Natur des Skelettes und der harten Theile ein; eine Gruppe umfaßt die Knochenfische, eine andere die Knorpelfische: die erstere Gruppe schied er in zwei Ordnungen: die Acanthopterygii oder Stachelflosser und die Malacopterygii oder Weichflosser. Diese Eintheilung genügt jedoch nicht dem Geologen, weil das Skelett sich selten oder niemals in solchem Zustande befindet, daß es der Eintheilung entspricht. Fossile Schuppen, Zähne, Stacheln und Fischüberbleibsel findet man in Menge, aber diese bieten zu unvollkommene Merkmale für die Anordnung; findet sich ein ganzes Exemplar, so kann der Ichthyolog nur nach der allgemeinen Form und nach dem Charakter der schuppigen Decke urtheilen. Agassiz nahm deßhalb die Hautbedeckung als Grundlage seines Systemes; die Haut ist nämlich dasjenige Organ, welches nicht allein wichtige Unterschiede in Bau und Verrichtung anzeigt, sondern auch das Verhält-

niß jedes Thieres zum Elemente, worin es sich bewegt, angibt.

182. Anstatt der Abtheilungen Knochen- und Knorpelfische, unterscheidet Agassiz vier Hauptordnungen Fische, nach der Natur der Schuppen, und findet, daß andere wichtige Unterschiede des Baues damit in Verbindung standen. Diese Entdeckung ist unschätzbar, denn von allen Fischtheilen findet man die Schuppen am reichlichsten im fossilen Zustand; kann der Geolog durch eine einzige Schuppe die Ordnung, wozu ein Fisch gehört, entdecken, so hat er auch einen Leitfaden, um seine Gewohnheiten und Lebensweise und die Bedingungen seiner Existenz zu entdecken. Folgendes ist eine Skizze der hauptsächlichsten Eintheilungen und Untereintheilungen von Agassiz.

1. Schmelzartige Schuppen.

a) Ganoïdier (vom griechischen Wort für Glanz), wegen der glänzenden Oberfläche ihres Schmelzes. Die Fische dieser Ordnung sind mit eckigen Schuppen bedeckt die innen aus Knochen bestehen und die mit einem schmelzartigen Glanz überzogen sind. Die Schuppen sind regelmäßig geordnet und bedecken gänzlich die Haut. Die sauroidischen Fische sind die interessantesten dieser Ordnung, welche durch den Bau der Zähne und durch einige Eigenheiten den Reptilien sich nähern. Diese Fische sind beinah ausgestorben. Die Störe und der knochige Hecht der nordamerikanischen Landseen sind noch lebende Exemlare.

b) Placoïdier (vom griechischen Wort für eine breite Platte.) Fische dieser Ordnung haben ihre Haut mit schmelzartigen Platten unregelmäßig bedeckt. Jene sind oft von beträchtlichem Umfang, bisweilen aber auch nur kleine Punkte, wie auf der Haut des Hais und die spitzigen Höcker der Steinroche. Die Ordnung umfaßt alle Knorpelfische (Haien und Rochen mit Ausnahme des Störs).

2. Nicht schmelzartige Schuppen.

c) Ctenoïdier (vom griechischen Wort für Kamm), Fische mit Schuppen von hornartigem oder knochigem Stoff ohne Schmelz, die am äußeren Rande wie die Zähe eines Kammes ausgezackt sind. Fossile Formen sind noch wenig vorhanden; der Barsch und noch viele andere Geschlechter leben jetzt.

d) Cykloïdier (vom griechischen Wort für Kreis). Die Fische dieser Ordnung haben weiche, hornartige oder knochige nicht schmelzartige Schuppen, die am Rande ganz, an der oberen Fläche mit concentrischen oder anderen Linien versehen sind. Der Häring, Salmen, gehören zu dieser Ordnung, welche mit der früheren Fischen beinah die ganze Zahl der vorhandenen Arten umfaßt.

Dies ist die von Agassiz vorgeschlagene Eintheilung, welche von Geologen allgemein angenommen worden ist; vielleicht jedoch wird man bald ein vollkommeneres System vorschlagen, welches sowohl fossile wie lebende Arten umfaßt. Figur 26 stellt die vier Arten von Schuppen dar.

Fig. 26. 1. Ganoidische; 2 Placoidische; 3. Ctenoidische; 4. Cykloidische Schuppen.

183. Jede dieser Ordnung enthält sowohl Knochen- wie Knorpelfische. Die Repräsentanten einer jeden waren in verschiedenem Verhältniß während verschiedene Zeiträume vorherrschend; die beiden ersten (mit schmelzartigen Schuppen) waren vor dem Beginn des Kreidesystems vorhanden; die dritte und vierte Ordnung, welche beinahe $^5/_6$ der lebenden Arten enthalten, erscheinen zuerst in der Kreideschicht, als alle vorhergehende Fossiliengeschlechter der beiden ersten Ordnungen ausgestorben waren. Ein anderer bemerkenswerther Umstand, welchen Agassiz beobachtete, besteht darin, daß alle oder beinahe alle fossilen Fische, die man in den Schichten unter dem Magnesiakalkstein findet heterocercal sind, d. h. sie haben ungleiche zweilappige Schwänze (s. Figur 27) wie der Hai, Stör u. s. w., während diese Form des Schwanzes sich selten in den oolithischen und oberen Schichten findet.

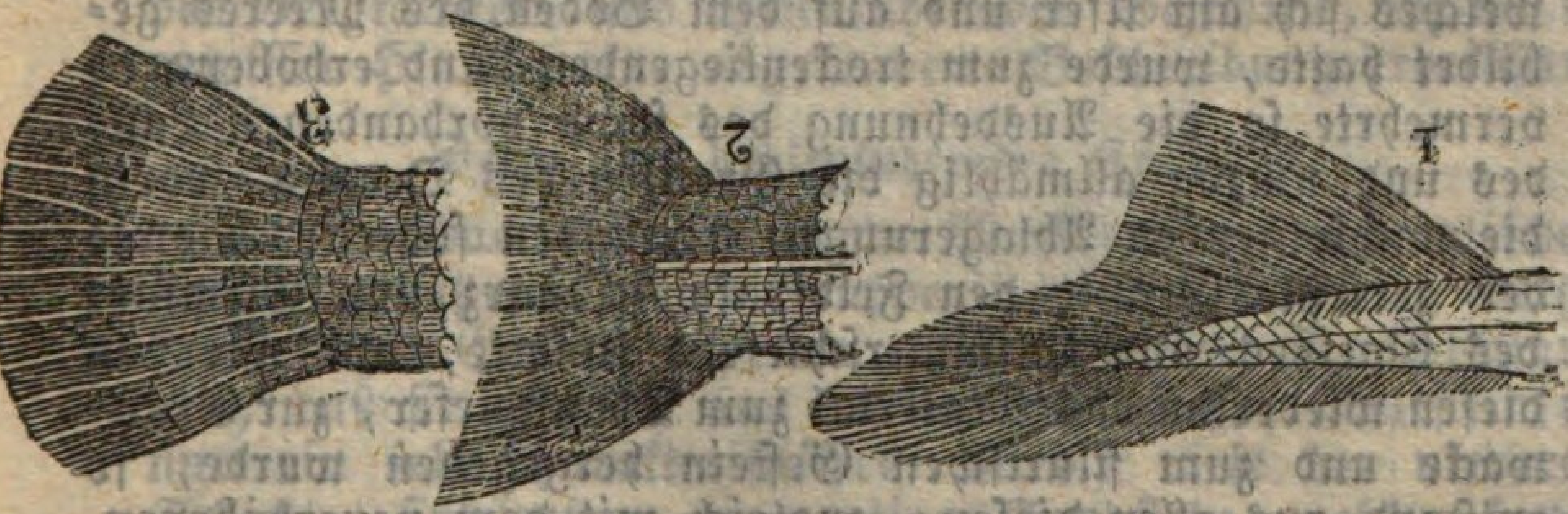


Fig. 27. 1. Heterocercal oder ungleich zweilappige Form; 2) Gleich zweilappige, und 3. einlappige und runde Form des Schwanzes.

Unter den vorhandenen Fischen ist der Schwanz gewöhnlich zweilappig, wie in der Forelle, oder einlappig und rund wie in der Meerschleie, selten aber heterocercal. Diese

letztere Form ist durch eine bemerkenswerthe Verlängerung des Rückgrats hervorgebracht, welche eine auffallende Aehnlichkeit mit der Verlängerung derselben Theile bei Reptilien darbietet; so sind die Knorpelfische mit den Reptilien nicht allein durch inneren Bau, sondern auch durch äußere Form verbunden.

Alter rother Sandstein. Dieses System nennen englische Geologen bisweilen das devonische, weil es in Devonshire ausgedehnt entwickelt ist. Benennungen dieser Art sind aber immer verwerfbar; besonders gilt dies vom alten rothen Sandstein, wo der Ausdruck selbst höchst bezeichnend ist.

Uebersäuertes Eisen. Wenn sich der Sauerstoff der Atmosphäre mit den Eisenatomen verbindet, so entsteht Oxyd oder Eisenrost; hat dieser Rost so viel Sauerstoff aufgenommen wie er nur halten kann, so nennt man das Eisen übersäuert oder peroxyd.

Ichthyolith, ein Fisch, oder der Theil eines Fisches, der im fossilen Zustande gefunden wurde.

Porphyr, dieser Ausdruck wurde ursprünglich auf ein röthliches ungeschichtetes Gestein, das man in Aegypten fand, angewandt, und welches die Alten zu Bildwerken gebrauchten. Geologen brauchen jetzt das Wort, um ein gewisses röthliches Gestein zu bezeichnen, welches Feldspathkrystalle umschlossen hält; auch wird alles Gestein, von welcher Farbe es auch sein mag, welches umschlossene Krystalle enthält, die von der Masse zu unterscheiden sind, porphyritisch genannt. So haben wir porphyritischen Granit u. s. w.

Mandelstein. Gewisses Trappgestein, worin andere Mineralien gelegentlich eingeschlossen sind, wie Mandeln in einem Kuchen.

Kohlenführendes System.

184. Am Schluß der Periode des alten rothen Sandsteins scheint die Erde eine beinahe vollständige Veränderung in ihren geologischen Verhältnissen erlitten zu haben. Der rothe Sandstein und das kiesartige Trümmergestein, welches sich am Ufer und auf dem Boden des Meeres gebildet hatte, wurde zum trockenliegenden Land erhoben; es vermehrte so die Ausdehnung des schon vorhandenen Landes und umzog allmählig die Grenzen des Oceans, worin die nachfolgenden Ablagerungen stattfinden sollten. Sowie der zersetzte Granit den Feldspath, Quarz und Glimmer des Gneißes und Glimmerschiefers lieferte, und wie von diesen wiederum das Material zum Thonschiefer, zur Grauwacke und zum silurischen Gestein hergegeben wurde, so entstand aus allen diesen, zugleich mit dem neuerhobenen, rothen Sandstein das Material für die nachfolgende Bildung. Die nachfolgende Abreibung mußte den Quarz in Sand von verschiedener Feinheit, den Feldspath in lockerem Thon, den Glimmer von großen Schieferplatten in kleine Schuppen und den krystallinischen Kalkstein in einem pul-

derartigen Zusammenhalt verwandeln. Das so gebildete Gestein mußte nothwendig ein weniger festes Gefüge bieten; deßhalb ist der Sandstein im kohlenführenden Systeme sandartig, der Thonschiefer weich und erdig, der Kalkstein nicht krystallinisch und öfter unrein. Außer dem Sandstein, Thon und Kalkstein erscheinen zwei neue Stoffe, Steinkohle und Eisenstein; die erstere ist ein Ergebniß von zusammengedrückten und veränderten Pflanzen, der letztere eine chemische Anhäufung von Metalltheilchen um eine erdige Grundlage. Das Eisen des alten rothen Sandsteins war durch die ganze Masse als ein bloßer färbender Stoff verbreitet; in der kohlenführenden Bildung ist es hauptsächlich in Ablagerungen oder Klümpchen angesammelt. Der Pflanzenwuchs vergangener Perioden war so kärglich, daß er kaum einige zweifelhafte Abdrücke unter den Schichten zurückließ. Während der jetzt zu beachtenden Zeit war er so reichlich, daß er zahlreiche Kohlenlager bildet ein der Dicke weniger Zoll bis auf 20 oder 30 Fuß.

185. Der Ausdruck kohlenführend ist auf dieses System deßhalb angewandt, weil Pflanzenablagerungen, deren hauptsächlichstes Element in Steinkohle besteht, den am meisten charakteristischen Zug darbietet. Das System wird von manchen als der charakteristische Anfang der sekundären Periode betrachtet; es nimmt in der Erdrinde eine mittlere Lage zwischen altem und neuem Sandstein ein. Da es nach der Erhebung des alten rothen Sandsteins abgelagert wurde, so ruht es an manchen Orten ungleichförmig auf diesem Systeme und nimmt kleinere oder größere abgesonderte Flächen ein, welche oft die Form eines Beckens oder einer Mulde haben. Es besteht aus zwei sehr bestimmten Gruppen Bergkalkstein und kohlenführenden Schichten, welche in gewisser Hinsicht eine abgesonderte Beschreibung erheischen.

Berg- oder kohlenführender Kalkstein.

186. Das unterscheidende Merkmal der mineralischen Zusammensetzung dieser Gruppe ist durch den Namen Bergkalkstein zur Genüge angeben. Man darf jedoch nicht glauben, daß sie gänzlich aus Kalklagern besteht; Kalkstein ist nur ein sehr charakteristisches Glied; viele der niederen Schichten sind reiner quarzartiger Sandstein, welcher kaum eine Spur von Kalk zeigt und mit dünnen Streifen Kohle und bituminösem Schiefer abwechselt. Die Gruppe, wie sie auf den brittischen Inseln entwickelt ist, besteht im Allgemeinen aus dick gelagertem, grauem oder bläulichem unvollkommen krystallinischem Kalkstein, welcher durch Abthei-

lungen von Sandstein und Schiefer und von weißem quarzartigen Sandstein von verschiedener Feinheit getheilt ist, mit ungeordneten Schichten von Schieferthon, dünnen Kohlenschichten und Streifen von Eisenstein. Gewöhnlich findet man ihn auf den Seiten oder auf dem Gipfel der Trapphöhen, welche zwischen dem alten rothen Sandstein und Kohlenschiefer liegen, indem er abgerissene Klüfte zeigt. Das Beiwort kohlenführend erhält er deßhalb, weil er regelmäßig unter dem wahren kohlenführenden Gestein liegt, wo dieses auch immer vorkommen mag, und weil er im Allgemeinen mit dünnen Streifen Kohle und mit bituminösem Schiefer vorkömmt. Wie alles geschichtete Gestein ist er durch Spalten und Verrückungen zerbrochen, welche durch unterirdische Bewegung bewirkt wurden; unabhängig von diesen ist er durch theilende Flächen, d. h. durch solche, die mit der Schichtung parallel liegen, und durch andere Risse durchschnitten.

187. Die Ordnung der Aufeinderfolge in den Schichten dieser Gruppe ist durchaus nicht bestimmt. In einigen Gegenden finden sich nur wenige Lager Kalkschiefer und fester Stein zwischen dem Kalkstein und altem rothen Sandstein; in anderen wechselt eine ungeheuere Aufeinanderfolge von weißem quarzartigen Sandstein, der mit bituminösem Schiefer, dünnen Kohlenlagern und Streifen von Eisenstein abwechselt, während in Fife und Mid-Lothian diese Sandsteine mit Schichten von Muscheln und Süßwasserkalk verbunden sein sollen.(?) Was aber der wahre Charakter oder die Dicke des unteren Gesteins auch sein mag, der wahre Bergkalkstein bildet an sich eine bestimmte Reihe Schichten, die sich leicht von einander unterscheiden lassen. Bisweilen besteht er aus zwei, vier oder sechs Lagern, welche durch thonartige Massen geschieden sind; bisweilen sind die Lagek durch kalkartigen Sandstein und Schiefer getrennt; nicht selten findet er sich als eine Masse von ungemeiner Dicke an den Seiten einer Trapphöhe ganz in derselben Weise, worin ein Korallenriff die Insel, welche es bilden will, umschließt. Im Allgemeinen finden sich über dem Kalkstein Kalkschiefer, Sandstein und dünne Streifen von Kohle, die in das eigentlich kohlenführende Gestein übergehen. Im Norden Englands aber liegt eine Reihe von sehr quarzigem Sandstein dazwischen. Ungeachtet dieser Abwechslungen verschwinden die Kalkglieder allmählig, die kohlenführenden werden im Aufsteigen häufiger, so daß keine Schwierigkeit in Feststellung der Abtheilungsgrenze zwischen den beiden Gruppen vorhanden ist.

188. Die organischen Ueberreste des Bergkalksteins weisen bestimmt auf das Meer hin. Allerdings bezeugt das Vorkommen dünner Streifen von Kohle die Gegenwart von Erdpflanzen, welche ins Meer als Ablagerung getragen sein mußten; auch hegen die Geologen einigen Zweifel über den Ursprung gewisser Kalksteine unter den niederen Schichten; sieht man jedoch davon weg, so ist der ganze Charakter der Gruppe entschieden ein oceanischer, wie bei den lebenden Korallen des stillen Meeres. Der bemerkenswertheste Fortschritt im Meerleben der früheren Perioden, wie er durch die Fossilien im Bergkalkstein bezeugt wird, erscheint unter den Strahlthieren. In dem silurischen Gestein waren die Korallen hauptsächlich festsitzende. In dieser Gruppe finden sich viele freie und unabhängige Thiere, welche wenig oder keine Aehnlichkeit mit vorhergegangenen oder vorhandenen Formen darbieten. Die am meisten vorherrschende Familie war die der Crinoideen oder Enkriniten, von deren Resten viele Lager von Kalkstein beinahe gänzlich gebildet sind. Von den Enkriniten oder lilienförmigen Korallen findet man viele Arten und Unterarten, indem man die Unterscheidungen nach der äußeren Gestalt des Stengels und des Kopfes bildet. Figur 28 läßt sich als die Grundform der Klasse geben; es ist Encrinites monitiformis, so benannt wegen der halsbandartigen Form des Stengels. Außer dieser, welche am meisten vorherrscht, gab es Pentacrinus, der fünf Seiten hatte, anstatt daß er rund war; Actinocrinus oder dornigen Enkrinit; apiocrinites, welcher wegen der birnengleichen Form seines Kopfes so benannt ist, und viele andere, welche ihre Namen von ähnlichen auffallenden Formen erhalten haben. In Fig. 28 sieht man, daß der Enkrinit aus einem Stengel mit mannigfachen Gelenken bestand, welcher vermittelst eines Knorpels bewegbar und von einem innern Kanal durchbohrt war; daß er am Boden festsaß und oben einen becherförmigen Körper (s) trug, der

Fig. 28. Encrinites Monitiformis.

Mund und Augen enthielt; daß dieser becherförmige Körper aus manchen Stücken bestand, die in zahlreichen Fühlspitzen (t) zum Festhalten der Beute sich verzweigten. Das ganze Thier war mit gallertartiger Decke wahrscheinlich umgeben, wodurch sein Bau zusammenhielt. Im Skelett einiger Exemplare hat man an 20,000 Knochen oder Stücke kalkartigen Stoffes gezählt, die alle, schön begrenzt, genau auf einander paßten; bei der Hülle, welche so leicht zerbrechlich gewesen sein mußte, fanden wir ferner Spuren einer Kraft, die verstümmelten Theile wieder herzustellen, wie sie gegenwärtig Krebse und Seesterne besitzen. Sonst weiß man nur wenig von den Gewohnheiten und Beschaffenheiten der verschiedenen Arten. Die Meere müssen damals von ihnen gefüllt gewesen sein: ihre Reste finden sich in jeder Schicht kalkartigen Charakters, und Massen von Kalkstein, 40—120′ dick, sind gänzlich davon zusammengesetzt, ebenso wie Korallenriffe jetzt durch die verschiedenen Korallenarten gebildet werden. Wegen der mannigfachen Zusammensetzung des Skelettes und der leicht vergänglichen Natur der einhüllenden Haut findet man selten ganze Exemplare, die besonderen Stücke wurden fortgeschwemmt und zerstreut, nachdem der umgebende Knorpel verwest war. Fig. 29 zeigt das Bruchstück eines enkrinitischen Bergkalksteins, welcher, wenn er genügend hart ist, einen merkwürdigen und schönen Marmor bildet.

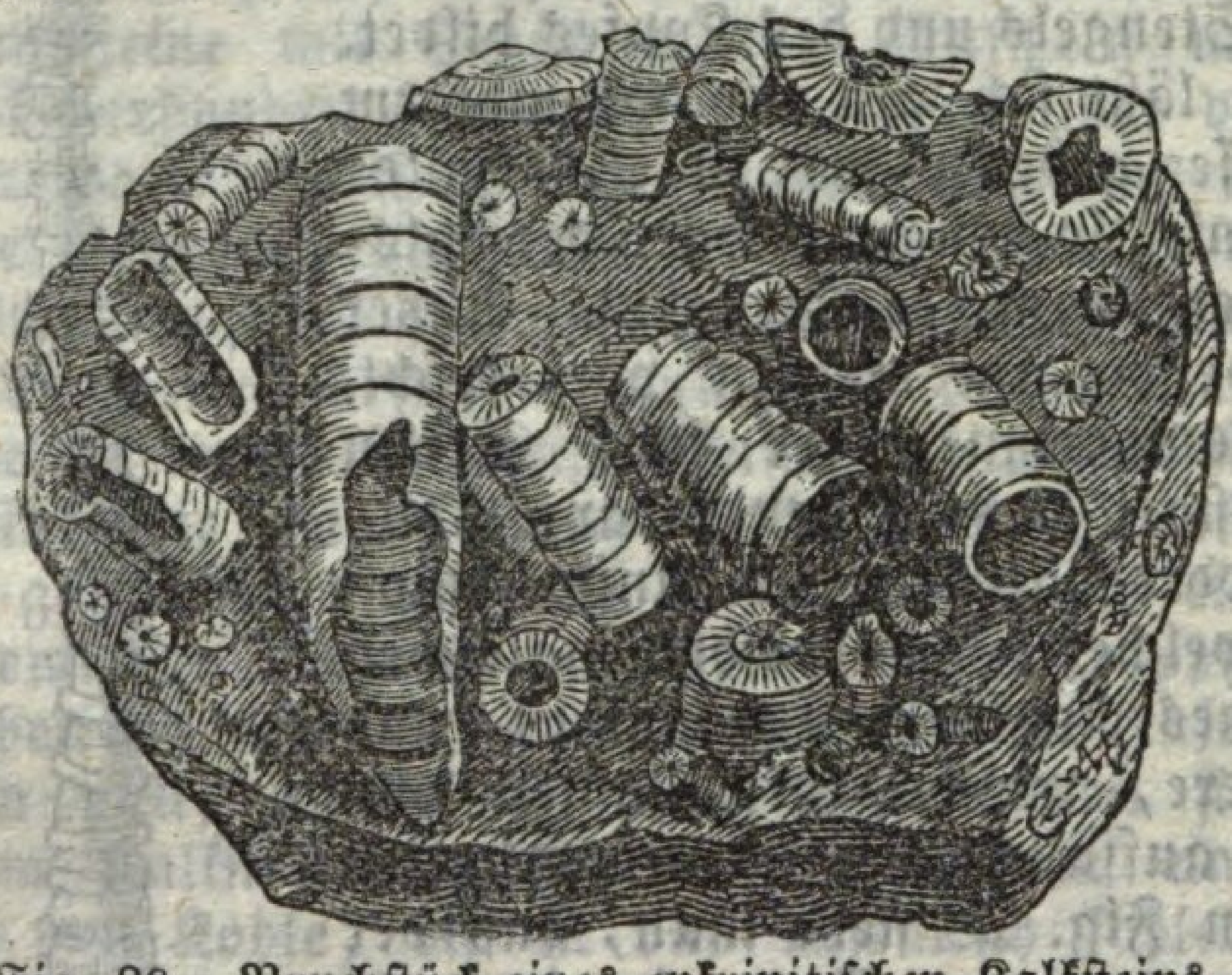


Fig. 29. Bruchstück eines enkrinitischen Kalksteins.

189. Außer den Crinoideen enthält der Bergkalkstein noch andere Arten von Strahlthieren, zweig-, schwamm-, fächer-, stern- und röhrenförmige. Sie sind in mancher Hinsicht von den Korallen des silurischen Systems eben so verschieden, wie von denen der jetzigen

Zeit; sie sind mit Korallinen, Muscheln, Zähnen, Beeren und Schuppen von Fischen vermischt. Figur 30 stellt einige der häufigsten unter den Korallen und Korallinen jener Zeit dar.

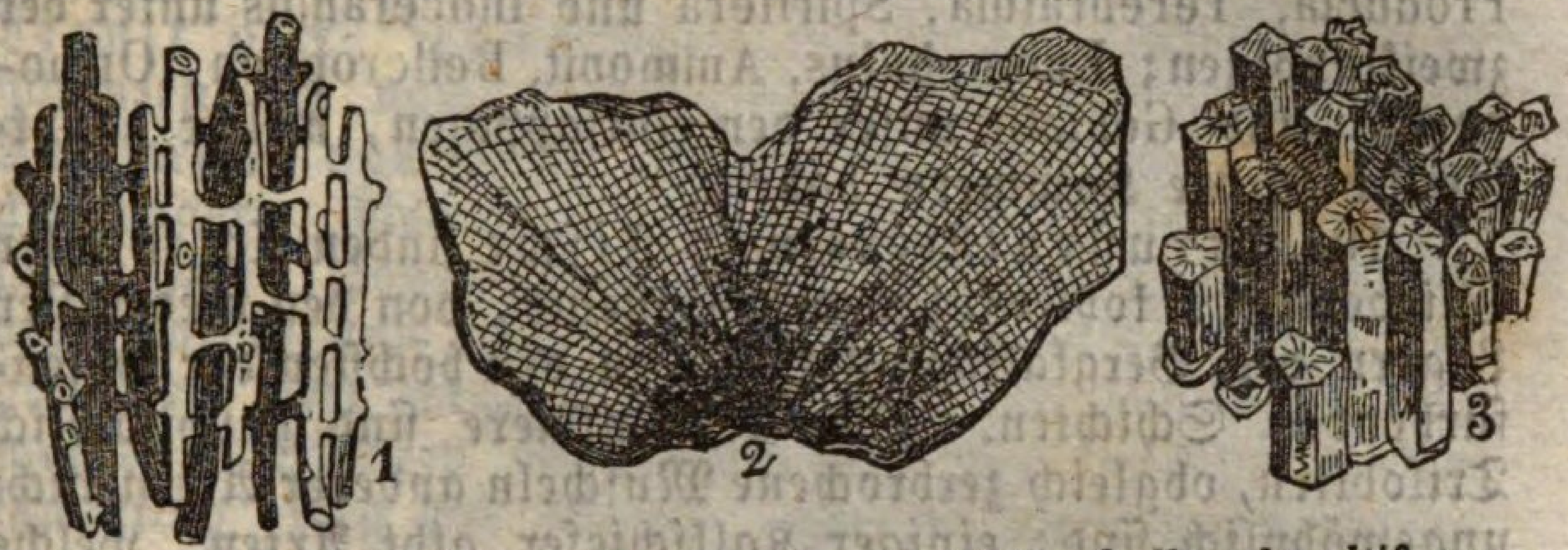


Fig. 30. 1. Syringipora. 2. Retepora. 3. Cathophyllum basaltiforme.

190. Die Muschelthiere dieser Gruppe sind ebenfalls sehr zahlreich, merkwürdig und riesenhaft in der Form; sie gehören zu allen Ordnungen, mit gleichen und ungleichen Schalen, mit einer oder mehren Kammern; viele finden sich nur in den Schichten des kohlenführenden Systems. Mehre Familien scheinen, wie Austern gegenwärtig, in Heerden aufgetreten zu sein, indem sie weite Räume am Boden des Meeres bedeckten; man findet nämlich Muscheln, welche Kalklager von 1—6 Fuß Dicke bilden; andere scheinen einsam gelebt zu haben, indem sie ihren Aufenthaltsort je nach Umständen veränderten, während die mit Kammern versehenen Muscheln, wie Argonaut und Nautilus, das Vermögen besaßen, nach Belieben zu sinken und zu steigen. Wie jetzt noch lebende Schalthiere scheinen sie das Meer in mäßiger Tiefe vom Ufer bewohnt und theils von Pflanzen sich genährt, theils einander gefressen zu haben. Ihre Anzahl und ihre Größe zeigt einen für sie günstigen Zustand

Fig. 31. 1. Producta scabriculus; 2. Inoceramus vetustus; 3. Bellerophon tangentialis; 4. Orthoceras cinctum.

des Meeres, sowohl in Bezug auf Temperatur wie Kalkstoff; der erstere beförderte ihren schnellen Wuchs, der andere gab ihnen Material zum Bau ihrer schaligen Decken. Einige der charakteristischen Muscheln dieser Bildung sind Producta, Terebratula, Spirifera und Inoceramus unter den zweiklappigen; Euomphalus, Ammonit, Bellerophon, Orthoceratit und Goniatit unter den einklappigen, welche hauptsächlich mehre Kammern haben.

191. Krustenthiere und Fische finden sich in allen Gliedern des kohlenführenden Systems, von den niedrigsten Lagern des Bergkalksteins an bis zu den höchsten der kohlenfürhenden Schichten. Die Krustenthiere sind hauptsächlich Trilobiten, obgleich zerbrochene Muscheln anderer Arten nicht ungewöhnlich sind; einiger Kalkschiefer gibt Arten, welche eine schwache Aehnlichkeit zum Chiton der neueren Meere zeigen. Die Trilobiten des Bergkalksteins sind jedoch weniger zahlreich und mannigfach, wie die der silurischen Periode, unter deren Thierreich sie den Hauptcharakter bilden. Fischversteinerungen sind ungemein zahlreich, sowohl als ganze Fische, wie als einzelne Schuppen, Zähne, Stacheln und Coprolithen. Die Fische gehören meist zur Ordnung der Granoidier, obgleich die Placoidier nicht selten sind. Manche sind von gigantischer Größe, wie der Megalichthys (großer Fisch), der Holoptychius u. s. w.; sie sind den Reptilien in den Knochen ihres Kopfes und in der äußeren Decke so ähnlich, daß Agassiz sie sauroidische Fische nennt. Ihre Gaumenknochen, Rückgrat und Zähne findet man häufig; einige Zähne sind länger wie vier Zoll und geben somit ein Merkmal von der riesenhaften Größe dieser Raubthiere. Ihre fossilen Exkremente oder Coprolithen (nach dem griechischen Kothsteine) sind im Schiefer und Kalklager zerstreut und bezeugen durch die Fischschuppen, Knochen u. s. w. die Natur ihrer Nahrung.

Kohlenführende Schichten.

192. Der Ausdruck kohlenführende Schichten wird auf diejenige Reihe von Gestein angewandt, welches unmittelbar über dem Bergkalkstein liegt und von welchem man das wohlbekannte Mineral Steinkohle erhält. Die Gruppe besteht aus abwechselnden Lagern von Steinkohle, Sandstein, Schieferthon, Streifen (Schnüre) von Eisenstein, Brandthon und Lagern unreinen Kalksteins. Die Steinkohlen zeigen verschiedene Grade von Feinheit und Reinheit und werden gewöhnlich in folgender Weise unterschieden: Glanzkohle, eine harte, glänzende Art, ohne Bitumen; Backkohle,

eine Art mit viel Bitumen, welche angezündet sich erweicht und zusammenbackt; Grobkohle, mit dickschiefriger, bisweilen grobkörniger Absonderung; Kännelkohle, eine feste, glänzende Art, mit muschelartigem Bruch; Pechkohle, etwas spröde, aber nicht zäh und glänzend; und Lignit oder Braunkohle, worin der holzige Bau der Pflanzen sich noch erkennen läßt. Der Sandstein ist im Allgemeinen quarzartig, weißlich oder bräunlich und in dicken Lagern, bisweilen schieferig und alsdann von kalkartigem oder thonartigem Charakter; der Schieferthon ist dunkelfarbig und bituminös; der Brandthon graulich weiß und mehr oder weniger sandig; der Eisenstein kommt entweder in Streifen oder Klümpchen vor; der Kalkstein ist sämmtlich erdig und unrein. Der Eisenstein früherer Bildungen findet sich entweder in Adern oder ist als färbende Masse verbreitet; in diesem System erscheint er mit Kohlensäure, mit Thon verbunden, entweder in dünnen Lagern von 1 bis 12 Zoll, in unregelmäßigen Klümpchen oder Nieren, oder in Streifen regelmäßiger Klümpchen, welche inwendig in zahlreiche Abtheilungen gebildet sind, wie Nummer 4 der folgenden Figur zeigt. Diese Klümpchen scheinen durch einen Vorgang der Anziehung um einen Kern gebildet worden zu sein; da sie in neun Fällen unter zehn, um Kerne von Blättern, Zähnen, Schuppen oder Stacheln von Fischen, Coprolithen oder andere organische Stoffe gebildet sind. Die Darstellung gibt als Kerne 1. ein Pflanzenbruchstück, 2. einen Fischzahn, 3. ein fossiles Exkrement und 4. die Abtheilungen im Innern von weißem, kohlensaurem Kalk, welche nahe wie ein Käfer aussehen.

Fig. 32. Klümpchen oder Nieren von Eisenstein, welche verschiedene innere Kerne zeigen.

193. Unter den Lagern dieser Gruppe findet sich keine regelmäßige Aufeinanderfolge, obgleich es scheint, daß die besten und dicksten Kohlenschichten in der Mitte der Reihe hauptsächlich vorkommen. Unmittelbar über dem Bergkalk-

stein sind die Kohlenlager dünn, die von Thonschiefer dick und mehr oder weniger kalkartig, und der Sandstein oft kalk- und kieselartig. Beim Aufsteigen herrschen die Thon- und Kalkglieder weniger vor, die Kohlen werden dicker und häufiger und die Schiefer mehr bituminös. Noch weiter nach oben verschwinden allmählig die Kohlen, Brandthon und leicht gefärbter Schieferthon ist im Ueberfluß, der Sandstein wird reiner sandig, nimmt verschiedene Farben an und geht allmählig in den aufliegenden, neuen rothen Sandstein über. Im Allgemeinen wechseln die Glieder ohne bestimmte Ordnung mit einander ab, zeigen verschiedene Grade von Feinheit, Farbe und mineralische Zusammensetzung und dehnen sich über weite Flächen aus. Gelegentlich verdünnt sich eine Schicht und verschwindet; ein andermal trennt sie sich in zwei Theile und es findet sich dazwischen eine Lage von verschiedenem Material; ungeachtet solcher Abweichungen ist aber keine Art von Schichten so regelmäßig abgelagert wie die Kohle.

194. Bei den organischen Resten der Kohlenschichten ist der Ueberfluß an Pflanzenwuchs des festen Landes der auffallendste Charakterzug, obgleich Meermuscheln, Fische und andere Reste von den im Wasser lebenden Organismen vorhanden sind, wie man dies nach der Natur der Ablagerung voraussetzen kann. Es ist schon angegeben worden, daß die Kohle einen pflanzlichen Ursprung hat; mit andern Worten, daß ihre Masse aus Pflanzen besteht, die durch Druck und den Vorgang der Bituminisation verändert wurden, welcher im §. 115 beschrieben worden ist. Wegen dieser Veränderung kann man oft beim ersten Anblick den Pflanzenbau nicht unterscheiden; bei genauerer Ansicht aber läßt sich die Holzfaser bei manchen Exemplaren erblicken; fast bei allen Steinkohlen aber kann man die Zellen und Fasern erkennen, wenn man dünne Schnitten vor ein starkes Licht hält. Auf diese Weise beobachtete Witham die verschiedenen Pflanzengewebe der Steinkohle und fügte noch einen Beweis ihres organischen Ursprungs zu vielen andern hinzu. In den meisten bituminösen Lagern ist jedoch die äußere Form vernichtet worden und der Geolog verdankt seine Kenntniß der Flora dieser Periode den im Sandstein und loseren Thonschiefer gefundenen Fossilien. Ungefähr 400 Arten sind schon festgestellt worden, hauptsächlich riesenhafte Schachtelhalme, Farnkräuter, Laubmoose, Cactusse, Fichten und Pflanzen, die mit Binsen, Schilf, Rohr und Bambus verwandt waren. Die meisten gleichen in ihrer Eigenthümlichkeit vorhandenen Pflanzen und gehörten

zu Arten, welche während der Kohlenbildungsperiode blühten und mit den besonderen Umständen des Erdkreises untergingen, wodurch ihre Entstehung bedingt war. Einige der merkwürdigsten Pflanzenfossilien dieser Bildung sind unten dargestellt, nämlich: 1. Sigillaria, so genannt nach den Eingrabungen im Stamme; 2. Calamites, mit schilfgleichen Fugen am Stengel; 3. Stigmaria, mit kleinen Löchern auf der Rinde; 4. Lepidodendron, mit Schuppen

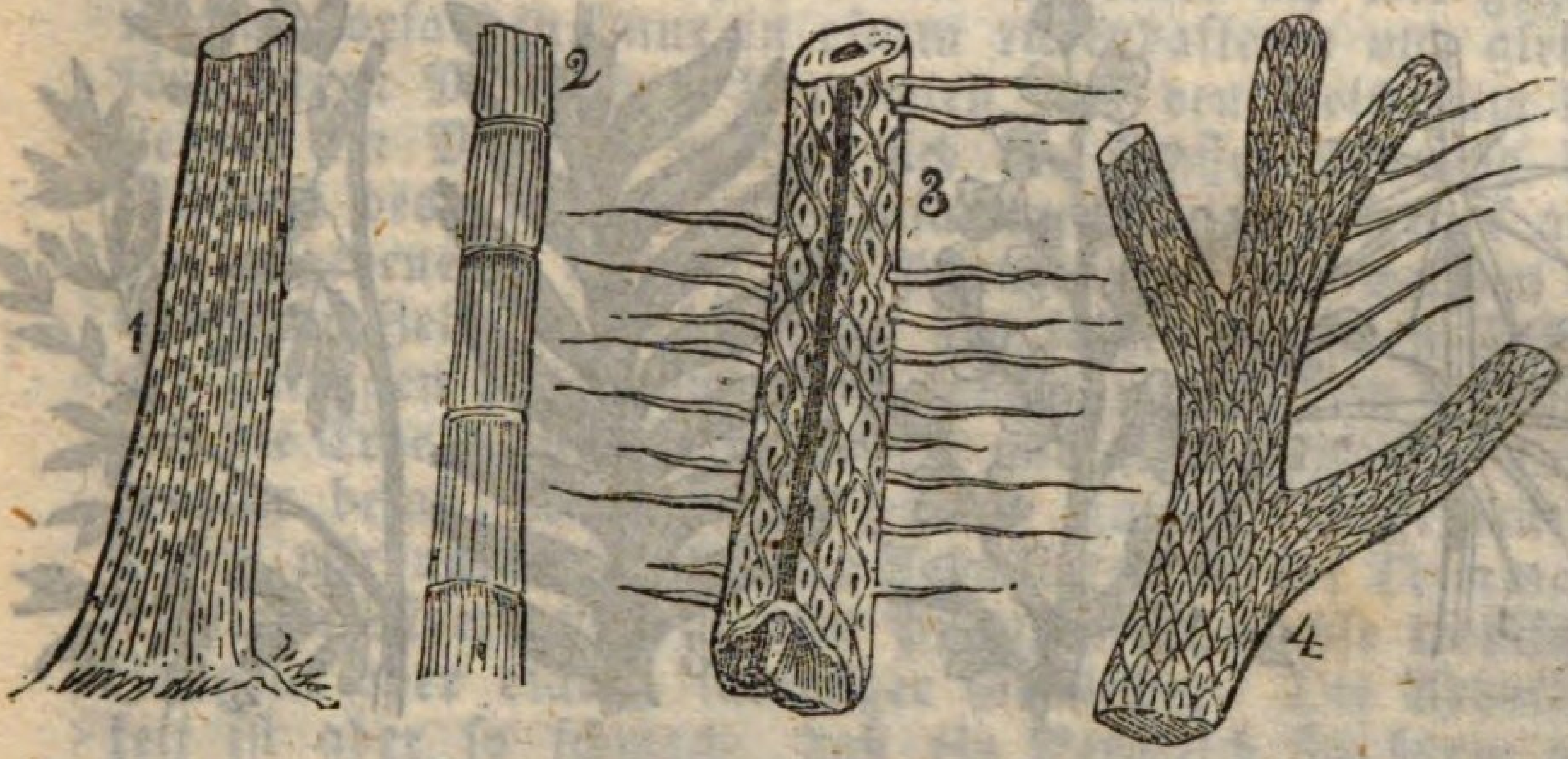


Fig. 33. 1. Sigillaria pachyderma; 2. Calamites cannæformis; 3. Stigmaria ficoides; 4 Lepidodendron Sternbergii.

auf der Rinde. Diese Fossilien kommen in allen Gliedern vor, vom Bergkalkstein an bis zum Anfang des neuen rothen Sandsteins, wo sie verschwinden, so daß sie während der Ablagerung einer nachfolgenden Bildung nicht geblüht zu haben scheinen. Die am besten erhaltenen Arten finden sich im Schieferthon und Sandstein, wo das Innere der Pflanzen in weichem, quarzartigem Sandstein, und die Rinde in eine glitzernde, bituminöse Kohle verwandelt ist. In der Steinkohle ist der Pflanzenbau immer mehr oder weniger vernichtet, obgleich bisweilen ein einsam stehender Stamm von demselben quarzartigen Material vorkömmt, wie im Schieferthon und Sandstein. Von diesen fossilen Bäumen hatten manche einen riesenhaften Umfang; z. B. bei Jarrow fand man ein Lepidodendron von 13½ Fuß Breite an der Grundlage und 39 Fuß Höhe, ohne die Gipfelzweige zu rechnen, die nicht mehr ganz erhalten waren; ferner im Craigleith-Steinbruch einen Zapfenbaum von 3 Fuß im Durchmesser und 20 Fuß Länge. Außer der Sigillaria &c., welche beschrieben wurden, gibt es zahlreiche Arten von Farnbäumen, Laubmoosen und anderen kryptogamischen Pflanzen, die im Schieferthon aufbewahrt wur-

den. Ihre dunklen, kohlenartigen Blätter und Zweige zeigen sich schön auf dem helleren Stoffe, in welchem sie gelagert sind. Beiliegende Figur zeigt einige der merkwürdigsten Asterophyllites (nach dem Griechischen sternblättrige Pflanzen), Sphenopteris (keilflüglige Pflanzen), Pecopteris (kammflüglige Pflanzen), welche sämmtlich nach der Form ihrer Blätter benannt wurden.

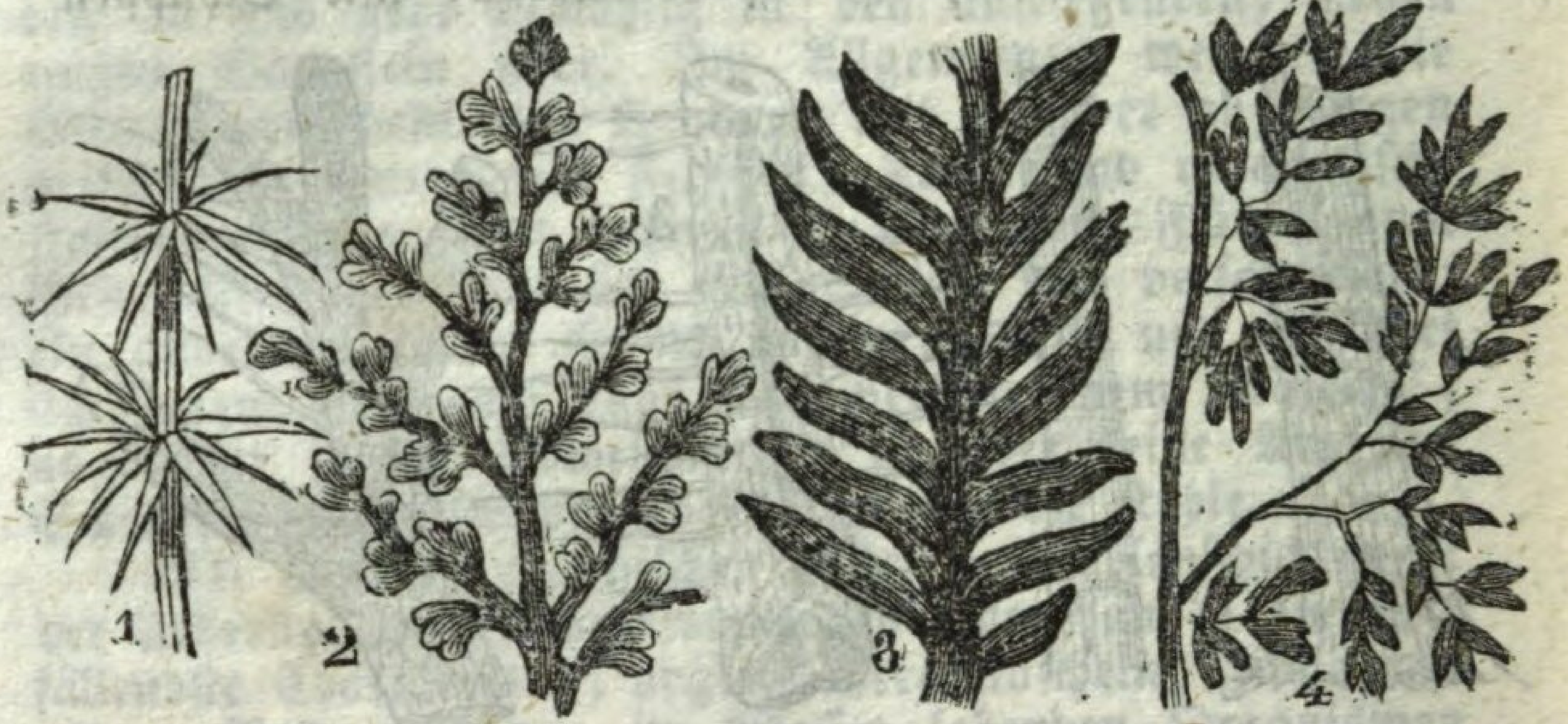


Fig. 34. 1. Stamm und Blätter der Asterophyllites; 2. Sphenopteris linearis; 3 Pecopteris Mantelli; 4. Sphenopteris affinis.

195. Der Zustand der Erde während der Ablagerung des Kohlensystems ist uns bestimmter dargethan worden, wie es bei den früheren Systemen der Fall war. Die Ausdehnung des Meeres, worin die Ablagerung stattfand, ist uns durch den Lauf des Bergkalksteins deutlich angezeigt, welcher in nicht sehr großer Tiefe am Ufer gebildet sein muß, da seine Korallinen, Korallen, Muscheln und andere Reste seinen Ursprung an einer Küste bezeugen. Alle Glieder des Systemes, vielleicht nur mit Ausnahme des Kalksteines sind offenbare Ablagerungen, und die zahlreichen Abwechslungen in diesen Schichten beweisen einen häufigen Wechsel in den Mitteln der Ablagerung. Zu einer Zeit scheinen Flüsse Sand fortgeführt zu haben, um Sandstein zu bilden, zu einer anderen Thon und Schlamm, um Schieferthon zu bilden, in einer andern Periode wieder Pflanzenmassen zur Entstehung der Steinkohle, denn die Schichten dieser Materialien liegen unmittelbar über einander. Man darf jedoch nicht vergessen, daß Sand, Thon und Pflanzen zu derselben Zeit hinabgeführt werden konnten und daß sie sich ihrer Schwere gemäß ablagern mußten, der Sand am Ufer, der Schlamm mehr in das Meer hin, die Pflanzen in einer stillen Bucht, wohin Wind oder

Wasserströme sie führen mußten. Eine solche Anordnung müßte schon unter den gewöhnlichen Wirkungen des Wassers stattfinden; unter heftigen Ueberschwemmungen mußte sich eine verwirrte Vermischung von Sand, Schlamm und Pflanzen bilden, wie wir dies oft entdecken. Berücksichtigen wir Alles dies, so gelangen wir zu dem Schluß, daß dieselben Kräfte von Flüssen, Wellen und Fluten während der Ablagerung des kohlenführenden Gesteines sich wie gegenwärtig vorfanden, nur in einem riesenhafteren und gleichförmigeren Maßstabe. Betrachten wir den Reichthum des Lebens im Meere, welcher sich im Wasser während der Bildung des Bergkalksteins zusammendrängte; ferner auch den ungeheueren Betrag des Pflanzenwuchses, welchen die Erde zur Zeit der Ablagerung des kohlenführenden Gesteines getragen haben muß, so gelangen wir zu dem Schlusse, daß die Erde damals eine höhere und gleichförmigere Temperatur besaß, wie nachher jemals eintrat. Gegenwärtig finden wir nur eine schwache Aehnlichkeit in der Thiermasse tropischer Meere und in dem Pflanzenreichwuchse tropischer Jungeln oder dicker, sumpfiger Gebüsche. Die Aehnlichkeit ist aber so schwach, daß ein Vergleich sich kaum anstellen läßt. Die Korallenriffe des stillen Oceans sind unbedeutend mit der Dicke und der Ausdehnung des Bergkalksteins; die fortgeschwemmten Pflanzen des Missisippi und Ganges könnten vereinigt kaum genug kohligen Stoff hervorbringen, um eine Schicht von Schieferthon zu färben. Dessenungeachtet findet sich eine Aehnlichkeit zwischen den Korallenschöpfungen des stillen Oceans und denen des Bergkalksteins, zwischen den Palmen, Farnkräutern, Schilf und Cactusgewächsen der tropischen Gegenden und der fossilen Pflanzen der kohlenführenden Schichten. Die Wärme der tropischen Gegenden stammt unmittelbar von der Sonne, und die heiße Zone nimmt nur einen verhältnißmäßig geringen Raum der Erdoberfläche ein; während man Kohlenschichten fast auf jedem Punkte des Erdkreises vorfindet. Die Sonne konnte deßhalb nicht jene Temperatur hergegeben haben, welche Pflanzen und Thiere jener Zeit ernährte, dann wäre sie auch größer wie jetzt gewesen, so hätte sie sich nicht allgemein verbreiten können. Geologen kommen deßhalb zu dem Schlusse, daß die Erde ursprünglich eine glühende Masse war, die sich allmählig abkühlte, aber noch heiß genug, um Gneiß und Glimmerschiefer krystallinisch zu bilden; während der Grauwacke und des silurischen Systemes kühl genug, um Meerkorallen, Muschel- und Krustenthieren das Dasein zu gestatten; noch kühler während

des Lebens der Schuppenfische des alten, rothen Sandsteines, und allein warm genug während der Ablagernng der Periode des Kohlensystems, um auf ihrer ganzen Oberfläche den Wuchs der irdischen Vegetation zu gestatten; mit letzterem verglichen ist der vorhandene Pflanzenwuchs im dichten Gebüsche tropischer Gegenden gleichsam ein unfruchtbarer. Diese hohe und gleichförmige Temperatur, wie Brogniart vermuthet, mit einem größeren Verhältniß Kohlensäure in der Atmosphäre verbunden, mußte nicht allein eine riesenhafte, üppige Flora, sondern auch dichtere Dünste, Schauer und Regen erzeugen, und diese wieder mußten riesenhafte Flüsse, periodische Ueberschwemmungen und Deltas hervorrufen. So mußten alle Bedingungen für ausgedehnte Ablagerungen an den Mündungen der Flüsse aus dieser hohen Temperatur entstehen und jeder mit dem kohlenführenden Gebirg verknüpfte Umstand weist auf diese Bedingungen hin.

196. In Bezug auf die Bildung der Steinkohlen stimmen die Geologen noch nicht vollkommen überein. Untersucht man Sandstein oder Schieferthon, so kann man leicht aus deren Gefüge und Zusammensetzung erkennen, daß sie einst als lockerer Sand und Schlamm vom Wasser fortgeführt und abgelagert wurden; allein bei den Steinkohlenschichten ist der Fall etwas verschieden. Da dies Mineral hauptsächlich aus Kohle, Wasserstoff und Sauerstoff, ebenso wie Pflanzen besteht, und da es in seiner Masse den Pflanzenbau bezeugt, so herrscht kein Zweifel über seinen organischen Ursprung. Ob aber die Pflanzen in Flüssen hinabgeschwemmt und mit Ablagerungen von Thon und Sand an den Mündungen niedergelegt wurden, oder ob dichte Wälder und Torfmoore untersanken, und mit Ablagerungen von Sand und Schlamm bedeckt wurden, dies ist eine noch zu lösende Frage. Nach der letzteren Vermuthung muß der Pflanzenstoff Jahre lang in dichtem, sumpfigem Gebüsch gewachsen sein; alsdann versank das Land und wurde zum Becken eines Sees oder einer Bucht, wohin die Flüsse Sand und Schlamm hinabspülten, so daß die Pflanzenmasse bedeckt und Lager von Thonschiefer und Sandstein gebildet wurden. Hierauf vermuthet man wieder eine Erhebung der Ablagerung, so daß ein neuer, üppiger Pflanzenwuchs entstand, eine neue Versenkung und Bedeckung mit Sandstein- und Schieferthon-Ablagerungen; dieses abwechselnde Erheben und Senken würde eingetreten sein, so oft sich Kohlenlager in einer kohlenführenden Landstrecke vorfinden. Die andere Theorie

läßt die große Masse der Kohlenschichten in Landseen und Mündungen am Meere niederlegen, während theilweise Hebungen und Senkungen wie gegenwärtig stattfinden könnten; der Pflanzenstoff würde durch Ueberschwemmungen und Flüsse dahingeschwemmt sein und diese verschiedenen Flüsse konnten in ein offenes Meer oder in eine Bucht ausmünden, indem einige Sand, andere Pflanzen und verschiedenartige Trümmer hinabführten. Diese Theorie setzt auch voraus, daß die transportirenden Flüsse periodischen Ueberschwemmungen ausgesetzt waren, und daß die Deltas während der Zeit der Ueberschwemmung von Pflanzenwuchs bedeckt wurden, welcher in Verbindung mit den vom Lande hergeschwemmten Pflanzenmassen die Kohlenlager bildete.

197. Beide Theorien bieten gegenwärtig manche Schwierigkeiten, allein die letztere ist am allgemeinsten angenommen, da sie die meisten mit den Kohlenlagern verknüpften Erscheinungen erklärt. Nach der ersteren Theorie würde eine Versenkung und Erhebung für jede Kohlenschicht nothwendig gewesen sein; da nun an 30 bis 40 Schichten abwechselnd von wenigen Zoll bis zu mehren Fuß Dicke an manchen Gegenden vorkommen, so ist es unmöglich, daß die Erde in einem so unstäten Zustand eine solche Masse Vegetation ernährt haben sollte. Auch hat man den Einwurf gemacht, daß mehre Kohlenlager dünne Streifen von Sandstein oder eisenhaltigem Schieferthon zeigen, eine Thatsache, welche mehre Erhebungen und Senkungen während der Bildung eines einigen Kohlenlagers voraussetzen lassen müßte, da doch bei der andern Theorie diese Schichten sich leicht erklären lassen, weil der Fluß, während er die Pflanzen herabschwemmte, Sand und Trümmer mit sich führen konnte. Ferner findet man auch Fische und Schalthiere unter den Steinkohlen, und diese können wohl nicht anders als durch Ablagerung dahin gelangt sein. Wälder von Zapfenbäumen und Farnkräutern konnten nicht versenkt und bedeckt werden, ohne daß die Stämme in aufrechter Richtung sich befänden, die man selten oder niemals antrifft. Wäre die Steinkohle aus versenktem Torf anstatt aus Wäldern entstanden, so ließen sich nicht die Schalthiere, Fische und dünnen Sandsteinstreifen erklären. Alles dies läßt sich durch die andere Theorie leicht erklären. In ungeheuren Deltas, wie in denen, worin die Kohlenschichten niedergelegt wurden, würden nicht allein Palmen, Farnkräuter, Schilf und dergleichen senkrecht gelagert sein, sondern man müßte auch Moräste mit stärkstem Graswuchs bemerken und unter den Mündungen und Lagunen müßten Muschelthiere,

Fische u. s. w. im Ueberflusse sein. Die Deltas noch vorhandener Flüsse bestätigen die andere Theorie; die Ansammlung von Baumstämmen im Missisippi, von Mangelbäumen im Niger und von Sand und Schlamm im Ganges, dienen dazu, einen Begriff von den Flußmündungen zu bilden, worin Sandstein, Schieferthon, Muschelkalk und Kohle der Kohlenbildung niedergelegt wurde.

198. Das vom Feuer gebildete Gestein neben dem kohlenführenden gehört sämmtlich zur Trappfamilie, Grünstein, Klingstein, Basalt, Trapptuff u. s. w. Es besteht hauptsächlich aus Feldspath und Hornblende mit Beimischung von Thon, Augit und gelegentlich von Labradorstein. Der Grünstein findet sich in unbestimmten oder würfelartigen Massen; der Klingstein ist von dem Grünstein in Zusammensetzung wenig unterschieden, aber fester in dünne, schieferartige Stücke zerspalten und metallartig klingend, wenn man ihn mit dem Hammer schlägt; der Basalt ist leicht durch seinen säulenartigen Bau, sein dunkles und festes Aussehen und dadurch zu erkennen, daß er kleine kugelrunde Krystalle von einem grünlichen Mineral, Olivin genannt, enthält; der Trapptuff ist von der weichen, schlackenartigen Masse an bis zu einem verwirrtem Trümmergestein von Basalt, Grünstein, Ablagerungsstein u. s. w. verschieden. Das Trappgestein der Steinkohlen erzeugenden Zeit läßt sich leicht von dem einer andern unterscheiden; es ist dunkler und gibt bei der Destillation mehr oder weniger Bitumen ab; ferner auch herrscht der Basalt vor und Trapptuff enthält Bruchstücke von Kalkstein, Sandstein und Thonschiefer. Die vorherrschenden Trapparten des alten rothen Sandsteins, wie Porphyr, Feldspath und Mandelstein, findet man nur selten im steinkohlenführenden Gestein; andererseits nimmt der Trapp, der mit der tertiären Schicht verbunden ist, eine hellere Farbe an und nähert sich schon sehr der Lava.

199. Die Lage von kohlenführendem Trappgestein ist entweder durchbrechend, überliegend (hangend) oder zwischengeschichtet. Wie in den Bergkalksteinhöhen durchbricht und erhebt es in den abgerundeten Höhen und in einzelnstehenden Kegeln der kohlenführenden Gebirge. Basalt, Grünstein liegt bisweilen über anderem Gestein, als habe er sich im Zustande flüssiger Lava über die unterliegenden Schichten verbreitet. Trappstuff liegt so über anderem Gestein, daß man in ihm ausgestreuten vulkanischen Staub und Asche erkennt. Das Trappgestein dieser Zeit ist häufiger zwischengeschichtet, als das einer anderen; offen-

bar fanden sich vulkanische Ausbrüche in Seeen und an Flußmündungen, worin Steinkohlen niedergelegt wurden; diese vulkanische Entladungen wurden dann durch nachfolgende Ablagerungen bedeckt.

200. Der Bau und das Gefüge dieses vom Feuer gebildeten Gesteins ist von der granitischen Reihe unten ebenso verschieden, wie von der vulkanischen oben. Gewöhnlich ist es dichtkörnig, weniger krystallinisch wie das erstere, fester und weniger blasenartig wie das andere. Das Gefüge des Tuffs und Porphyrs ist massenhaft, und unbestimmt; das des Grünsteins bisweilen massenhaft, gewöhnlich aber würfelartig; das des Basaltes immer säulenartig. Der Unterschied des Gefüges scheint hauptsächlich von den Umständen der Abkühlung abzuhangen. Dies haben Hall und Watt zur Genüge bewiesen, indem sie verschiedene Arten von Trapp schmolzen, und durch verschiedene Arten Abkühlung nicht allein säulenförmigen Basalt, sondern kugelförmigen Grünstein und blasenartigen Tuff hervorbrachten. Derselbe Stoff, welcher plötzlich abgekühlt ein schwarzes Glas oder Obsidian bildet, wird bei langsamerer Abkühlung Basalt hervorbringen, oder bei noch langsamerer einen Tuffstein. Wenn sich die geschmolzenen Massen allmählig abkühlen, kann Basalt gebildet werden, wenn aber eine schnelle Kühlung auf einer

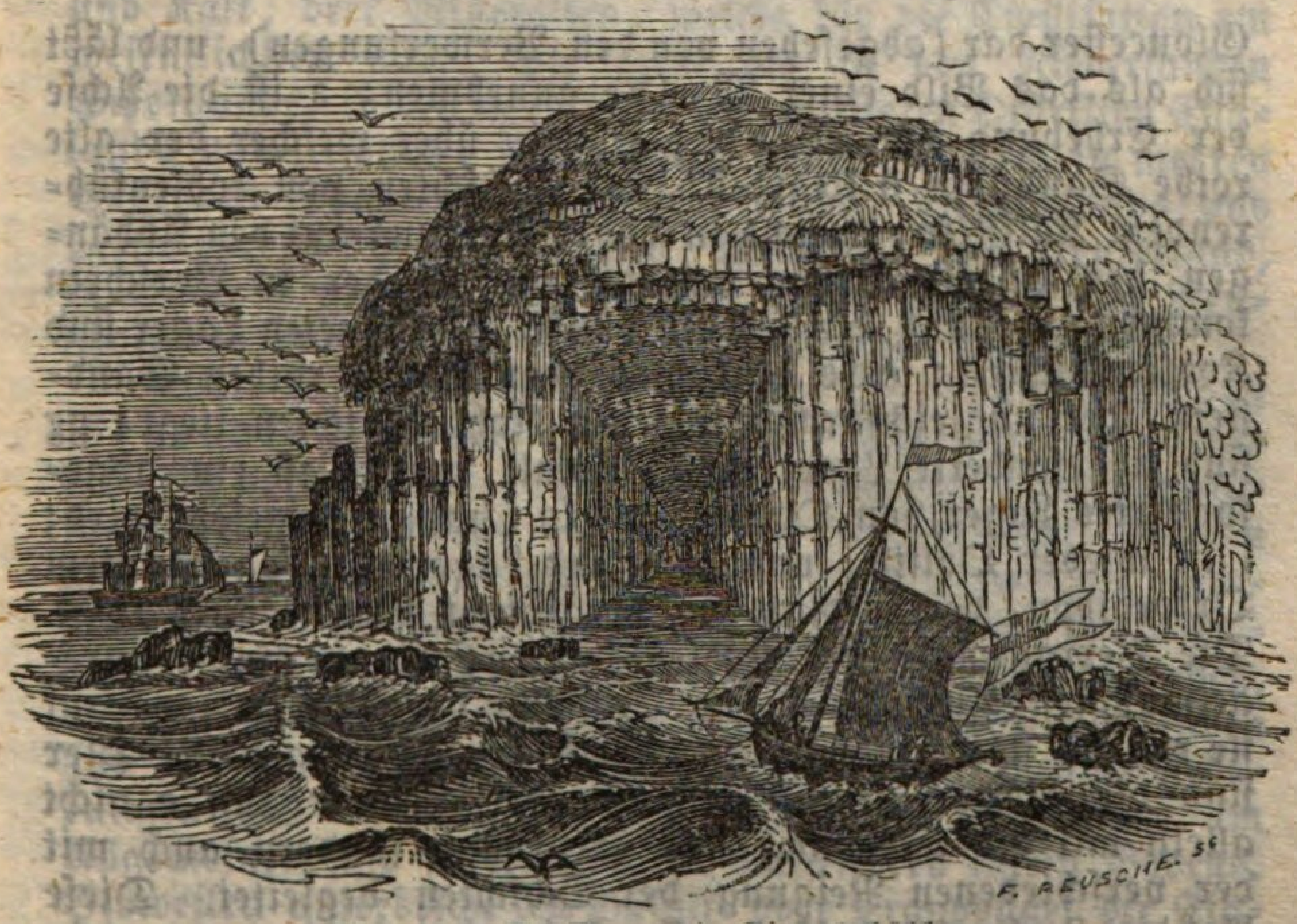


Fig. 35. Staffa — die Fingalshöhle.

gewissen Stufe des Vorgangs eintritt, so werden kugelförmige Massen sich erzeugen, welche, wenn sie dem Wetter ausgesetzt werden, sich zerblättern, oder wo eine kleine Schicht nach der andern verwittert. Diese Experimente haben auch bewiesen, daß die ursprüngliche Form der Krystallisation vulkanischen Gesteins kugelförmig ist; wenn diese Kugeln auf einander drücken, so werden tafelförmige, würfelförmige und säulenförmige Bildungen hervorgebracht. Man kann diesen Vorgang erläutern, wenn man kleine Kügelchen von einem weichen Stoffe in ein Gefäß thut und sanft auf sie drückt; alsdann werden sie sich in fünf oder sechsseitigen Säulen auf dieselbe Weise anordnen, wie die Basaltsäulen in Staffa (Fig. 35).

201. Die Wirkung der Feuerkräfte auf Kohlenschichten hat sie in muldenförmige oder beckenartige Lagen geworfen, und sie auf eigenthümliche Weise erhoben und gesenkt. Figur 36 stellt einen Durchschnitt von Kohlenlagern in Süd-

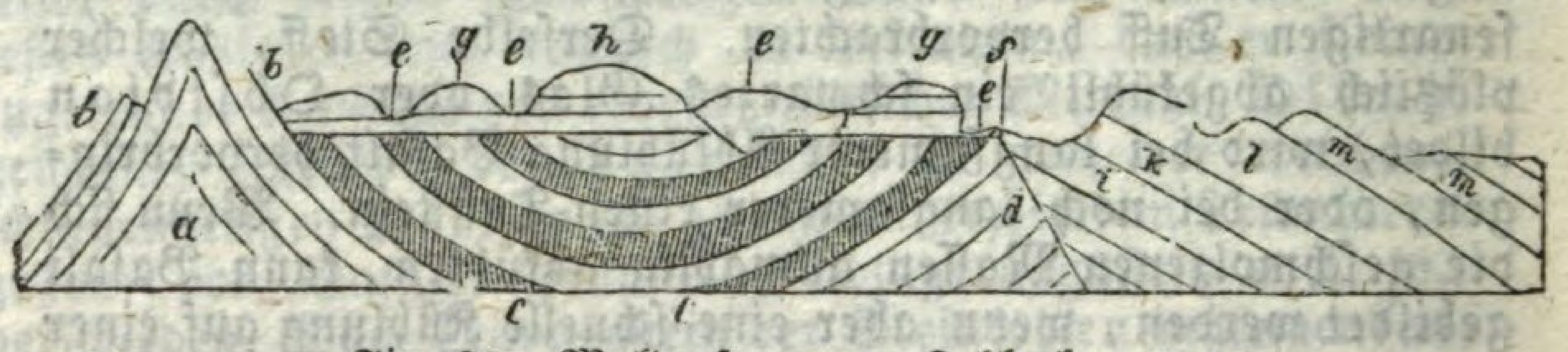


Fig. 36. Muldenform von Kohlenlagern.

Gloucester dar (abgesehen von den Verwerfungen), und läßt sich als das Bild einer Mulde annehmen; a ist die Achse der Erhebung der Mendip-Hügel, über welcher der alte rothe Sandstein d liegt; b b sind Schichten von kohlenführendem Kalkstein, welche in hoher Neigung auf den Abhängen des Hügels ruhen und die in f wieder in Vorschein kommen; c c und die andern dunkel bezeichneten Lager sind Kohlenschichten; e e e bezeichnen den neuen rothen Sandstein, der ungleichförmig auf den Kohlenschichten liegt; g g sind abgesonderte Lager von Liaskalk, und h ist ein abgesondertes Lager von Oolith, das in i und k fortgesetzt wird; l ist wieder Oolith, und m m sind Lager von sogenanntem Oxfordthon, der nördlich von der Stadt Malmesbury liegt. Die Verrückungen der Kohlenschichten, die in Folge unregelmäßigen Aufhebens und Sinkens der Massen, worauf sie ruhen, statt fanden, ist in der Figur 37 dargestellt. Hier sind die Verwerfungen ddd und der Gesteingang e nicht allein mit der Erhebung und Senkung, sondern auch mit der verschiedenen Neigung der Schichten begleitet. Diese Art der Zerbrechung ist in allen bekannten Kohlenlagern sehr

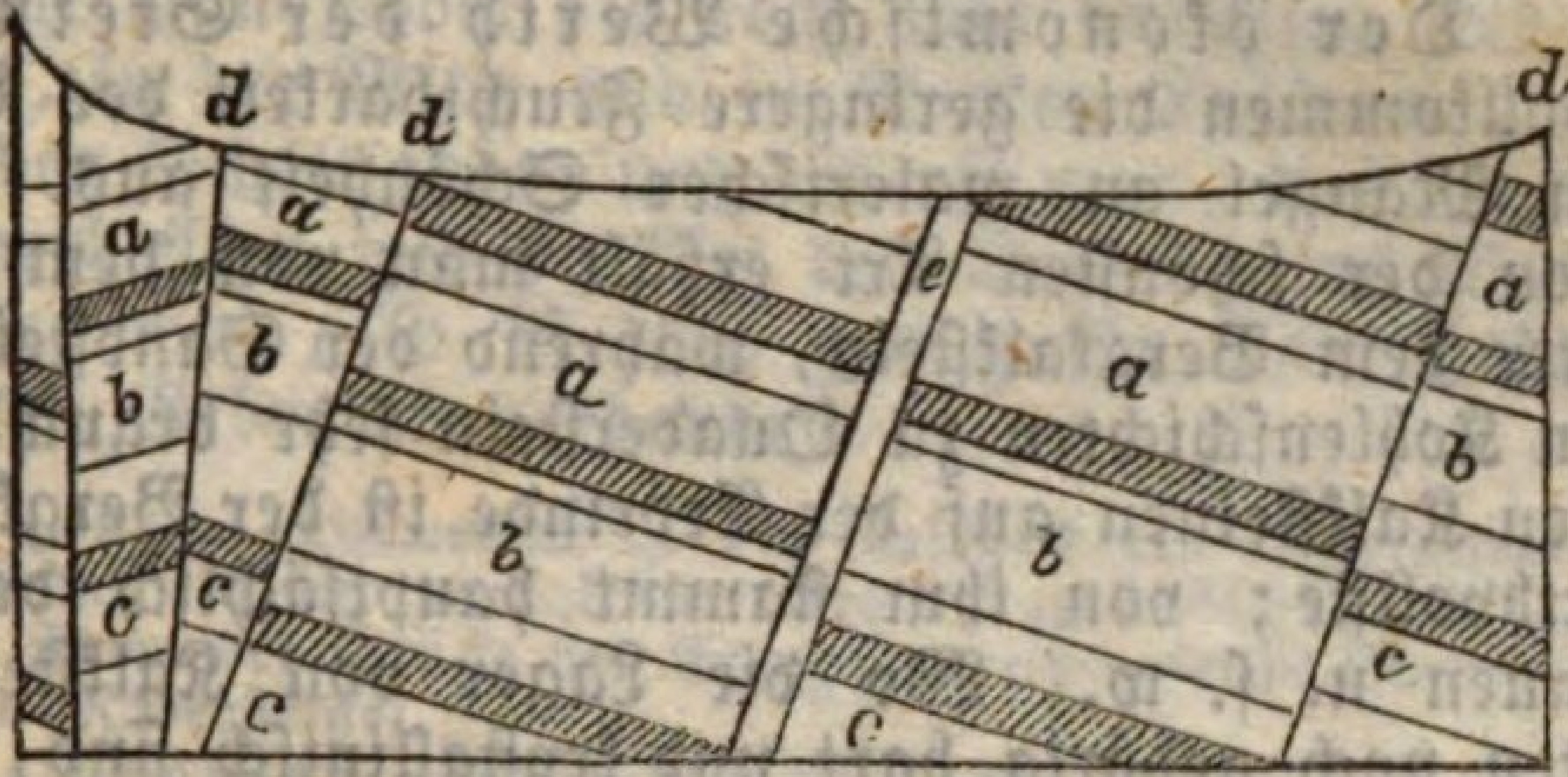


Fig. 37.

häufig und zeigt auf auffallende Weise die Natur der Erschütterung, die von unten stattgehabt haben muß. Im Thale Esk (schottische Grafschaft Midlothian), welches zehn Meilen lang und breit ist, zeigen die Kohlenschichten 120 entdeckte Verrückungen, wovon eine 500 Fuß beträgt. In den Newcastle-Kohlenbergwerken beträgt eine solche Verrückung 450 Fuß. Die Kohlenbergwerke in Fife und Clakmannan haben mehre Verrückungen von 4 bis 1200 Fuß.

202. Die Ausdehnung des Landes der Kohlenschichten ist nicht sehr bedeutend und findet sich nur in beschränkten Flächen. Sie ist ausgedehnt auf den brittischen Inseln und diesem Umstand verdanken wir theilweise unsere Größe als Nation, denn unsere Gesteinbildung ist reich an Kohlen, Eisen und Kalk, drei Mineralien, welche für die Civilisation am wesentlichsten sind. Sie zeigt sich in den Niederlanden Schottlands, in den nördlichen und mittleren Distrikten Englands und Irlands; Steinkohlen finden sich auch in mehren Gegenden Spaniens, Mittelfrankreichs, Deutschlands und Mitteleuropa's; in Hindostan, Australien und Neuseeland, in Batavia und an der östlichen Küste China's, in Neuschottland und in den Vereinigten Staaten Amerika's.

203. Die physische Ansicht kohlenführender Gegenden ist nicht angenehm. Die mit dem Bergkalkstein verbundenen Höhen zeigen bisweilen eine mannigfache Aussicht, indem dies Gestein sich zerklüftet, Höhlen und Spalten bildet; auch hat der Trapp dazwischen unregelmäßige Erhebung. Zu dieser Ansicht kömmt das allgemeine Grün und die Fruchtbarkeit der Kalksteingegenden, die eine eigenthümliche Frische bilden. Die Kohlengegenden sind fast immer uninteressant und zeigen nur wenige Erhebungen und Senkungen von malerischer Schönheit; im Allgemeinen sind sie unfruchtbar wegen des kalten Bodens. Bisweilen unterbricht ein Basalt- oder Trapphügel die Einförmigkeit, allein dies ist immer eine Ausnahme.

204. Der ökonomische Werth der Steinkohle gleicht vollkommen die geringere Fruchtbarkeit des Bodens oder den Mangel an malerischer Schönheit aus. Baustein von der schönsten Art erhält man von dem Sandstein unter dem Bergkalkstein, während der Sandstein zwischen den Kohlenschichten zu Quaderstein sehr brauchbar ist. Von allen Kalksteinen auf der Erdrinde ist der Bergkalkstein der werthvollste; von ihm stammt hauptsächlich der Kalk zum Bauen u. s. w. Wo die Lager von Kalkstein mit Enkriniten noch gehörig hart und krystallinisch sind, liefern sie einen hübsch gezeichneten Marmor, indem die Glieder, Platten und sterngleichen Röhren der Korallen aus dem dunkleren Gestein, worin sie gelagert sind, hervorscheinen. Mancher zur Ausschmückung dienende Spath findet sich unter dem Bergkalkstein, welcher die meisten Bleierze Großbritanniens enthält. Silber und Gold ist mehr oder weniger mit dem Bleierz verbunden; man sucht nach ihnen hauptsächlich in Verbindung mit Blei. Feuerthon wird aus Kohlenlagern gegraben, um Ziegelsteine u. s. w. zu verfertigen; Ocker, ein mit Wasserstoff verbundenes Eisenoxyd, wird häufig als Farbe gebraucht, und Alaun, eine Schwefelverbindung von Alaunerde, wird aus manchen Lagern von Thonschiefer gewonnen. Eisenstein, den man in der Schieferkohle entweder in Streifen oder Knötchen findet, ist eines der werthvollsten Produkte dieses Systemes. Da er in großer Menge vorhanden ist und sich leicht durch Anwendung von Kohle und Kalk in die metallische Form zurückführen läßt, so bildet er eines der Hauptelemente unseres Reichthums. An 20,000 Tonnen werden davon in Großbritannien zu den mannigfaltigen Zwecken der Industrie verarbeitet. Allein alles dies kömmt nicht der Wichtigkeit der Steinkohle gleich, welche für das System charakteristisch ist. In Großbritannien braucht man hauptsächlich Backkohle, Glanzkohle, Pechkohle und Kännelkohle; Glanzkohle in den Vereinigten Staaten. Die Steinkohle, von welcher die historische Nachricht bis ins zwölfte Jahrhundert reicht, dient als Hauptstütze der ganzen brittischen Industrie; sie schmelzt Metalle, erzeugt Dampf zu Maschinen, gibt Gas zur Beleuchtung, heizt unsere Zimmer, bereitet unsere Nahrung, kurz sie macht alle Hülfsquellen der Natur der Civilisation dienstbar. Der jährliche Kohlenverbrauch in Großbritannien beträgt 30,000,000 Tonnen und die Ausfuhr an 3 bis 4,000,000. Man hat befürchtet, daß unsere Kohlenlager bald erschöpft werden können und diese Furcht ist nicht ganz ohne Grund, bedenkt man, daß ihre Ablagerung beschränkt

ist; bedenkt man jedoch die noch nicht benutzten Kohlen in Südwales, in der Mitte und im Norden Englands, in den Niederlanden Schottlands, und bedenkt man, daß der Bergbau sich verbessern und die Art des Verbrennens ökonomischer werden wird, so ist noch genug für 2000 Jahre bei dem jetzigen Gebrauch vorhanden.

Enkriniten. Bisweilen ist der Kalkstoff des Enkriniten aufgelöst, so daß nur ein schraubengleicher Abdruck zurückbleibt. Wegen der radförmigen Form der Stücke des Stengels heißen solche Steine bisweilen Entrochi (Rädersteine).

Kalksteinhöhlen. Höhlen und Spalten zeigen sich in allem Gestein, welches dem Einfluß unterirdischer Bewegungen oder der nagenden Kraft des Wassers ausgesetzt wurde. Dies kann sowohl in dem vom Feuer gebildeten Gestein, wie im Sandstein vorkommen. Die berühmtesten Höhlen finden sich jedoch im Kalkstein, im Bergkalkstein, Magnesiakalkstein oder in oolithischen Lagern, im größten Maßstabe und in größter Pracht aber in dem ersteren. Dergleichen Höhlen z. B. in Derbyshire, Paros, sind theilweise von Erschütterungen durch Feuer, theilweise durch das Nagen von Quellen und unterirdischen Ströme gebildet worden. Die Gliederungen und Abtheilungsflächen des Bergkalksteins haben ohne Zweifel diese aushöhlende Wirkung unterstützt.

Glanzkohle, eine Kohlenart, die nur sehr wenig Bitumen hat, und wahrscheinlich als natürliche Holzkohle durch unterirdisches Feuer gebildet ist; auch findet man darunter Ergießungen von feuergebildeten Gestein.

Bitumen. Außer der Steinkohle gibt es noch andere bituminöse Stoffe, welche mehr oder weniger mit erdigen Theilen vermischt sind. Naphtha, Steinöl, Mineralpech und Asphalt kommen aus Spalten hervor; Minerales Kautschouk findet sich unter den Spalten des Kalksteins; eine Anzahl von Mineralharzen und Fetten erhält man in kleinem Betrage. Kohlenwasserstoffgas und kohlensaures Gas, die beide den Bergleuten verhängnißvoll sind, scheinen sich aus den Kohlenlagern wie mehre jener andern Produkte entwickelt zu haben.

Coprolithen (versteinerte Exkremente) finden sich in allen Systemen der sekundären und tertiären Periode. Es sind hauptsächlich Ausleerungen von Fischen und eidechsenartigen Thieren und enthalten Schuppen, Knochen und andere Bruchstücke der Geschöpfe, welche von jenen gefräßigen Thieren gefressen wurden. Manche Beispiele zeigen noch auf der Oberfläche die Windungen der Eingeweide, und Massen davon fand man in den Rippen des Ichthyosaurus.

Neues rothes Sandsteinsystem.

205. Nach der Niederlage und Auftretung des kohlenführenden Systemes beginnt für die Erde ein neuer Zeitabschnitt. Bisweilen gleichförmig, bisweilen nicht, findet man über den kohlenführenden Schichten eine Masse rothen Sandsteins verschiedener Formen, Schieferthon (roth, gelb, grünlich), Magnesiakalkstein, die man für eine Bildung der vorhergehenden Perioden annehmen kann. Was die organischen Reste betrifft, so sind darin einige Arten von Meerpflanzenthieren, Muscheln, Fischen, aber kaum eine Spur von Pflanzen, so daß dadurch erhellt, die Bedingungen, welche

die Pflanzen der Steinkohlen hervorriefen, hätten eine wesentliche Veränderung erlitten. Für diesen Sandstein, Magnesiakalk und bunten Schieferthon ist der Ausdruck neues rothes Sandsteinsystem angenommen worden, um es von dem alten rothen Sandstein zu unterscheiden, und dieser Ausdruck ist andern, wie Pökilitisches (buntes, nach dem Griechischen) und salzführendes System, vorgezogen worden.

206. Die Zusammensetzung des neuen rothen Sandsteins läßt sich als thonartig, sandartig, kalkartig, magnesiaartig und salzartig bestimmen. Die sandartigen Glieder sind hauptsächlich röthlicher Sandstein von verschiedener Feinheit, vom harten, quarzartigen an bis zum breccienartigen (brockensteinartigen) Trümmergestein. Wenige sind blättrig und glimmerartig und die dickeren Lager enthalten oft sonderbare kugelartige Zusammenkittungen von härterem Gefüge, mit einem fremden Stoff als Kern. Die Körner des Sandsteins sind reiner Quarz, welcher nur durch einen Ueberzug von Eisenoxyd gefärbt ist, als ob das Trümmergestein, woraus er entstand, in eisenhaltigem Wasser niedergelagert worden sei. Die thonartigen Glieder heißen gewöhnlich Mergel, indem sie ein weniger blättriges Gefüge wie der Schieferthon haben. Gewöhnlich sind sie roth, bisweilen aber auch purpurartig, gelb und grün gesprenkelt und enthalten unregelmäßige Lager und Platten von Gyps (schwefelsaurem Kalk, wasserhaltiges Kalkerdesulphat). Die Kalkglieder wechseln von einem beinah reinen kohlensauren Kalk, bis zu einer Vermischung von kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia, welche deßhalb Magnesiakalkstein heißt. Er ist in Farbe von dem Aschgrauen bis zum Rahmgelb verschieden; bisweilen ist er schön blättrig, bisweilen körnig und krystallinisch und heißt alsdann Dolomit nach Dolomieu. Häufig zeigt eine Ablagerung ein zellen- oder blasenartiges Gefüge, indem die Wände der Zellen spathig sind und die Zellen einen lockeren, pulverigen Kalkstein enthalten. Dieses Zellengefüge ist z. B. im Magnesiakalkstein von Durham und hat verschiedene Namen nach der Form der Zellen erhalten, z. B. traubenartig, brustwarzenartig 2c. Man nennt diese zusammengekitteten und zellenartigen Formen koralloidisch, d. h. korallenförmig; sie haben aber mit organischem Bau nichts zu thun, denn ihr Gefüge ist nur das Resultat chemischer oder mechanischer Anhäufung. Die Salzglieder bestehen hauptsächlich aus Steinsalz, welches in weißen krystallinischen Massen oder röthlich vorkömmt, wenn es von den thonar-

tigen Ablagerungen, worin es sich vorfindet, gefärbt ist. Salzquellen sind in dem neuen rothen Sandstein häufig, theils da der Thonschiefer mehr oder weniger mit Salz geschwängert ist, theils auch, da das Steinsalz selbst sich auflöst. Gyps findet sich unter den Mergeln entweder in blättrigen Stücken oder in Häutchen; ersterer ist der Selenit der Mineralogen; Kupferoxyd ist der grünfärbende Stoff des Thonschiefers.

207. Die Ordnung der Aufeinanderfolge der Glieder ist nicht regelmäßig oder bleibend. In England besteht der untere Theil der Reihe hauptsächlich aus rothem Sandstein, der mittlere aus Magnesiakalkstein und Gypsmergel und der obere aus buntem Sandstein und Mergel, hin und wieder mit Ablagerungen von Gyps und Steinsalz. Wegen dieser dreifachen Aufeinanderfolge hat Sedgwick folgende Gruppen aufgestellt.

Obere Gruppe.	7. Bunter Mergel oder Keupermergel, roth mit bläulichem, grünlichem, weißlichblättrigem Thon, oder Mergel, der Gyps allgemein, Steinsalz theilweise enthält. Eingeschlossen sind Lager von grauem und weißlichem Sandstein.
	6. Bunter Sandstein, rother Sandstein mit weißen und gesprenkelten Theilen, wovon die unteren bisweilen voll Kiesel sind.
Mittlere Gruppe.	5. Blättriger Kalkstein auch Stinkstein und Rauchwacke, mit Lagern von buntem Mergel.
	4. Gypsmergel, roth, bläulich, gefleckt.
	3. Magnesiakalkstein, gelb und weiß von verschiedenem Bau und Gefüge, oft voll von bruchstückartigen Massen.
	2. Mergelschiefer oder Kupferschiefer, blättriges, unreines Kalkgestein von weicher, thonartiger oder sandiger Natur.
Untere Gruppe.	1. Neuer rother Sandstein, oder rothes todtliegendes, mit rothem und purpurfarbigem Mergel und wenigen glimmerartigen Lagern. Die Steine sind weiß, gelb und voll Kiesel. Dieser Sandstein geht, wenn er gleichförmig ist, in die kohlenführenden Schichten über, worauf er ruht.

Man muß jedoch nicht glauben, daß diese Aufeinanderfolge des Systems regelmäßig vorkömmt; in einigen Stellen herrscht der Gypsmergel vor, in andern der Magnesiakalkstein, in mehren stellt eine Masse rother Sandstein mit untergeordneten Lagern das ganze System vor. Folgende Tafel zeigt, wie die Ablagerungen in Deutschland, England

und Frankreich vorkommen; daraus erkennt man die wichtige Thatsache, daß dieses System nach allgemeinen Formen und nicht nach einer bestimmten Aufeinanderfolge von Schichten in verschiedenen Ländern sich erkennen läßt.

Deutschland.	England.	Frankreich.
Keupermergel und Sandstein.	Keupermergel.	Keupermergel.
Muschelkalk.	—	Muschelkalk.
Bunter Sandstein.	Bunter Sandstein,	Bunter Sandstein.
Stinkstein; Rauchwacke.	Rauchwacke.	—
Gypsmergel.	Gypsmergel.	—
Zechstein.	Magnesiakalkstein.	—
Kupferschiefer.	Kupferschiefer.	—
Rothes todtliegendes.	Rothes todtliegendes	Rothes todtliegendes.

208. „Die organischen Reste dieses Systems," sagt Phillips, „sind nur wenige, aber ungemein interessant wegen ihres Zeugnisses von der Aufeinanderfolge in der lebendigen Schöpfung, welche neue Verhältnisse des Landes und des Meeres bezeichnen. Die fossilen Pflanzen, Muscheln, Fische und Reptilien dieses Systems scheinen an Charakter den älteren kohlenführenden und den neueren oolithischen Ablagerungen theilzunehmen. Schilfgewächse, die denen der Kohlenbildung ähnlich sind, mit Cykadeen, einer den Palmen nahestehenden Pflanzenfamilie,* welche denen der Oolithen sehr gleichen, vermischt. Die Produkte des Bergkalksteins kommen im Zechstein mit Terebratulae vor, die denen des Lias und Oolithes gleichen. Der Fisch Palaeoniscus findet sich zum letztenmal und wir haben hier das erste Beispiel von eiergebärenden Vierfüßlern Protosaurus und Phytosaurus." Da der neue rothe Sandstein diesen Uebergang von einem System des Lebens zum andern liefert, so hat man denselben als die Grenze zwischen den unteren und oberen sekundären Schichten betrachtet; der alte rothe Sandstein, Bergkalkstein, kohlenführende Schichten, gehören zur niederen oder älteren sekundären Bildung; Lias, Oolith und Kreide zu der oberen oder jüngeren sekundären.

209. Die Zahl der fossilen Arten dieses Systems in England beträgt ungefähr fünfzig, in Frankreich und Deutschland das Dreifache. Sie bestehen aus Spuren von Meerpflanzen, einigen Landpflanzen, mehren Pflanzenthieren, einer Art Crinoideen, etwa vierundzwanzig zwei-

* Cycas, die Sagopalme.

klappige Muscheln, einer mit Kammern versehenen Muschel, mehren Fischen, den verstümmelten Skeletten von zwei eidechsenartigen Thieren und den Spuren von Fußstapfen oder Ichniten (nach dem Griechischen). Wie die Pflanzen der Kohlenzeit sind die des neuen rothen Sandsteins hauptsächlich Gefäßpflanzen und kryptogamische; neue Formen kommen allein vor in den Muscheln mit Kammern und in den Sauroidiern oder eidechsenartigen Thieren. Das ganze System muß sich unter Umständen gebildet haben, die für das Thier- und Pflanzenreich gar nicht günstig waren.

210. Das vom Feuer gebildete Gestein dieses Systems besteht hauptsächlich aus Gängen von Grünstein, welcher durch den Magnesiakalkstein, die kohlenführenden Schichten und den alten rothen Sandstein sich erhoben hat. Diese Steingänge scheinen durch geringere vulkanische Kräfte auf beschränktem Raume entstanden zu sein. Das granitische Gestein der primären Periode, sowie der Trapp der nächsten zeigt sich in bestimmten, charakteristischen Reihen, während das vulkanische Gestein des neuen rothen Sandsteins, Lias und Oolith nur auf örtliche Ergießungen und theilweise Erhebungen beschränkt ist. Im Mineralcharakter zeigt dies Gestein keinen Unterschied von dem Trapp und besteht hauptsächlich aus Grünstein, Pechstein und Thonstein-Porphyr.

211. Die Ausdehnung des Landes für dies System ist nicht gewiß. Spuren finden sich auf der westlichen Küste und den Inseln Schottlands und an den Ufern des Forth; weiter dehnt es sich am Becken des Solway aus, verbreitet sich weit über die Mitte Englands und findet sich im Norden Irlands. Das feste Land Europa's hat ausgedehnte, damit bedeckte Gegenden, z. B. Frankreich, Deutschland, Polen, an den Seiten der Alpen, zwischen der Wolga und dem Ural; auch ist es in den Flußthälern der Vereinigten Staaten verbreitet.

212. Die physische Ansicht der Gegenden des neuen rothen Sandsteins, läßt sich durch die begrenzte Kraft vulkanischer Wirkung voraussetzen; sie ist flach mit sanften Höhen. Dort finden sich keine malerischen Bergspitzen und Reihen und keine tiefen Schluchten; die Gegenden bestehen aus abgerundeten Terrassen von Magnesiakalkstein und ebenen Ausdehnungen rothen Sandsteins und Schiefers, die hier und da mit einer sanften Anhöhe von Kalkstein oder Kies geschmückt sind. Ueber dem Kalkstein ist der Rasen dick und grün und der Boden über dem rothen

Sandstein sehr fruchtbar; wo aber Keupermergel sich in Flächen ausdehnt, bildet er ausgedehnte Moräste.

213. Die Handelsmineralien dieses Systems sind nicht sehr zahlreich, Kalk und Steinsalz sind die wichtigsten. Der Magnesiakalkstein wird in ungelöschten Kalk verwandelt, läßt sich auf verschiedene Bodenarten als Dünger anwenden und liefert den bekannten Baumörtel, unter chemischer Behandlung die Magnesia der Apotheken. In einigen Gegenden gibt er guten Baustein. Eine Kalkart ist zum Steindruck geeignet. Gyps wird aus dem Mergel des Systems erlangt, welches auch die Hauptmasse von Steinsalz in England, Spanien, Polen, Deutschland u. s. w. liefert. Dies Salz findet sich in Lagern oder unregelmäßigen Massen von 10, 20, bis 120 Fuß Dicke und hat verschiedene Grade von Reinheit und Farbe. Bisweilen ist es röthlich und sogar zur Hälfte mit erdigen Unreinlichkeiten vermischt. Die Salzquellen enthalten oft 20 bis 30 Procent Salz; offenbar eine Auflösung durch unterirdische Wasser. Der Kupferschiefer Deutschlands läßt sich als Kupfererz bearbeiten; kein anderes Metall aber läßt sich aus dem System gewinnen.

214. Die Bildung von Steinsalz ist eine Hauptfrage, hinsichtlich dieses Systems. Der Sandstein und Mergel, womit es verbunden ist, entstand offenbar durch Wasserablagerung; allein die ungeheure Dicke der Lager und die Auflösbarkeit dieses zusammengesetzten Körpers weisen auf einen andern Ursprung hin. Gegenwärtig sind Salzseeen und Salzanhäufungen in verschiedenen Theilen der Welt, und diese haben Thatsachen geliefert, wovon man auf die Salzablagerungen früherer Zeiten schließen kann. Salzseeen entstehen hauptsächlich aus Salzquellen; da sie dem verdunstenden Einfluß der Sonne ausgesetzt sind, welche allein Wassertheile entweichen läßt, so wird das zurückbleibende Wasser allmählig mit Salz gesättigt. Wasser aber kann nur einen gewissen Betrag Salz in Auflösung enthalten; sobald dieser Betrag erreicht ist, beginnt das Salz zu Boden zu fallen. Im Laufe der Zeit werden diese Lager eine dichte Masse bilden, indem sich gelegentliche Schichten von Schlamm und anderen erdigen Ablagerungen darunter befinden; wird der See zuletzt trocken, so muß das Salz eine dem Steinsalz entsprechende Schicht bilden. Dies würde der Vorgang sein, wodurch das Steinsalz entstand. Auch konnten Theile der Meere vom Ocean abgesondert und einer starken Verdunstung ausgesetzt werden, ohne daß frisches Wasser hinzukam. Die beschränkte Ausdehnung des Steinsalzes

scheint diese Theorie zu begünstigen; betrachten wir aber die Häufigkeit der Störungen in früheren Zeiten und den Umstand, daß Salzlager in der Nähe von Bergerhebungen vorkommen, so ist es wahrscheinlich, daß ebensowohl die Wirkung des Feuers an ihrer Bildung Theil hatte, wie eine hohe atmosphärische Temperatur. War dies der Ursprung des Steinsalzes, so mußte es auch während der Ablagerung neuerer Systeme, wie das des neuen rothen Sandsteines gebildet worden sein, und dies hat sich bestätigt; man findet auch noch Ablagerungen von beträchtlicher Dicke im Oolith, Grünsand und tertiärem Gestein, während zahlreiche Salzquellen aus den kohlenführenden Schichten hervorkommen.

215. **Die Bildung des Magnesiakalksteins** hat ebenfalls verschiedene Theorien veranlaßt. Kleine Massen von Magnesia finden sich in der Erdrinde verschieden verbunden, aber nur in Kalkstein ist das System genügend entwickelt, um einen charakteristischen Unterschied zu bieten. Die am meisten vorherrschenden Vermuthungen sind folgende: 1) daß die kohlensaure Magnesia zur selben Zeit abgelagert wurde, wie der kohlensaure Kalk und 2) daß sie nachher in Form von Gasdünsten eingetrieben wurde. Keine Hypothese scheint alle Erscheinungen zu erklären, obgleich die erstere die ausgedehnteste Anwendung zuläßt.

Neues rothes Sandsteinsystem. Man theilt jetzt dies System auch in zwei große Abtheilungen, wovon die erste den niederen, rothen Sandstein und den Magnesiakalkstein und die zweite den bunten Sandstein und Gypsmergel enthält. Diese Anordnung ist gemacht worden, um den Vergleich dieses Systems in England mit denen des Festlands von Europa zu erleichtern. In Deutschland entspricht die erstere Abtheilung dem **rothen todtliegenden** und die letztere dem **triassischen System**, wie man es jetzt nennt, weil es sich leicht in drei Gruppen abtheilen läßt: in bunten Sandstein, Muschelkalk und Keupermergel. Das Gestein des östlichen Europa, welches mit dem neuen rothen Sandstein gleichzeitig ist, nennt man auch **permisches System**, nach dem russischen Gouvernement Perm, wo es sich sehr entwickelt vorfindet.

Zechstein, heißt so nach dem Ausdruck der deutschen Bergleute für Grube, weil er eine Ablagerung enthält, die sich als Kupfererz behandeln läßt (Kupferschiefer), **rothes todtliegendes** Gestein heißt so, weil es werthlos oder todt für den Bergmann ist und **unter** metallischen Ablagerungen **liegt**.

Ichniten, fossile Fußstapfen, bieten ein merkwürdiges Beispiel, wodurch Geologen die Geschichte der Erde entziffern können. Wird die Spur eines Thieres im Schlamm zurückgelassen und vertrocknet derselbe, wird nachher neuer Schlamm darauf gelagert, so bildet der Eindruck des Fußes gleichsam eine Form für den neuen Stoff, der später ebenfalls verhärtet, einen Abdruck des ersteren bildet. Dergleichen Spuren entdeckte man im neuen rothen Sandstein von Dumfry und Hildburghausen; diese waren von Reptilien und heißen Souroichniten (nach dem Griechischen Spuren von Eidechsen). In Connektikut endeckte man Spuren von rie-

senhaften, straußartigen Vögeln; diese heißen Ornithichniten (Vogelspuren nach dem Griechischen), dazu kommen Tetrapoichniten, oder Spuren von unbekannten vierfüßigen Thieren.

Oolithisches System.

Lias, Oolith und Waldgruppe.

216. Nach der Ablagerung des neuen rothen Sandsteins entstand eine weitere Veränderung der Erde, so daß sie nicht allein verschiedene Schichten, sondern auch verschiedene Geschlechter von Pflanzen und Thieren hervorbrachte. In den meisten Gegenden wurde der rothe Sandstein und Magnesiakalkstein erhoben und bildete trockenliegendes Land, während andere Theile des Landes in das Meer versanken. Hierauf mußte der Lauf der Flüsse verändert, die Meere begrenzter und seichter werden; die Pflanzen und Thiere mußten eine neue Vertheilung erlangen und neue Ablagerungen entstehen. Anstatt des Magnesiakalksteins erhalten wir dunklen und thonhaltigen oolithischen; für bunten, salzführenden Mergel, blauen, kiesartigen Thon; für rothen und bunten Sandstein, gelben, kalkartigen. Alles dies bezeugt einen neuen Zustand der Erde; der Ausdruck der Geologen oolithisches System ist von den griechischen Worten für Ei und Stein gebildet, weil mehre Lager Aehnlichkeit haben mit Fischrogen oder Eiern. Oolith ist eine Anhäufung von rundartigen Kalktheilchen, von der abwechselnden Größe eines Hirsenkorns bis zu der einer Marmelkugel; die kleineren sind beinahe vollkommen kugelförmig, die größeren unregelmäßig und in den Zwischenräumen mit kalkartigem Stoff oder zerbrochenen Muscheln gefüllt. In England hat man drei bestimmte Gruppen, Lias, Oolith im engeren Sinn und Waldthon.

217. Der Lias, die unterste Gruppe des Systems, besteht aus dunklem, thonhaltigem Kalkstein, bläulichem Thon und Schieferthon. Thon herrscht vor und Kalk ist darunter geschichtet; auch kommt noch Steinkohle darunter vor; Eisenstein ist nicht ungewöhnlich, und mancher Schieferthon hat Bitumen und schwefelsaures Eisen. Der Name stammt vom englischen Wort für liegen (lie), weil die Schichten schön gelagert sind, und offenbar in niedrigem Wasser entstanden. Der meiste Schiefer ist außer den genannten noch mit Küchensalz und schwefelsaurer Magnesia und Soda verbunden. Bakewell gibt an, daß die Seeküsten in Yorkshire, welche aus diesem Schieferthon bestehen, sich nach nassem Wetter von selbst entzünden und mehre

Monate lang fortbrennen. Der Oolith ist mannigfaltiger zusammengesetzt; er besteht aus Oolithkalkstein, kalkartigem Sandstein oder Trümmergestein, gelblichem Sand und Thon, der mehr oder weniger kalkartig ist. Die besonderen rundlichen Körner, welche das oolithische Gefüge bilden, bestehen entweder ganz aus Kalk oder aus einem äußeren Ueberzug von Kalk, welcher sich um Sand, Korallen, Muscheln u. s. w. ansammelte. Der Sandstein besteht aus Sand, Kalk, Bruchstücken von Muscheln und Korallen; mancher Thon zeigt dasselbe brockensteinartige oder breccienartige Gefüge. Die Waldgruppe, so benannt nach der Gegend von Kent und Sussex, welche Wealds oder Wolds heißen, besteht aus Lagern von bläulichem Thon, thonartigem Kalkstein, unreinem Oolith und eisenhaltigem Sandstein. Eisenstein in Klümpchen oder Nieren findet sich im Thon, und Lager von erbsenförmigen Eisensand trifft man gelegentlich an; Eisenoxyd ist mehr oder weniger in der ganzen Gruppe verbreitet. Fossile Pflanzen sind zahlreich und Spuren von Steinkohlen deßhalb nicht selten.

218. Im ganzen System herrschen thonartige und kalkartige Zusammensetzungen vor; man kann es als eine thon- und kalkartige Ablagerung betrachten, mit untergeordneten Lagern von Sandstein, Streifen von Eisenstein und Spuren von Steinkohle. Unter der Liasschicht herrscht die dunkle Farbe vor, im Oolith die rahmgelbe und die von Ocker; der Thon der Waldgruppe ist blau, während andere Lager eine rostartige Farbe haben.

219. In Bezug auf die Aufeinanderfolge der Schichten ist keine regelmäßige Ordnung beobachtet, obgleich die beschriebene Aufeinanderlagerung des Lias, Oolith und Waldgruppe durchaus bestimmt ist. Der Lias ist unter den dreien am ausgedehntesten und scheint über die weitesten Flächen abgelagert zu sein; der Oolith ist weniger bleibend und wird oft durch Veränderungen vom Sandstein an bis zum breccienartigen Sandstein und von diesem bis zum oolithischen Kalkstein unterbrochen; die Waldgruppe hat die geringste Ausdehnung und wird mit Recht als eine Ablagerung zur Hälfte von Flüssen, zur Hälfte vom Meere betrachtet, die nur gewissen Gegenden eigenthümlich ist. Nimmt man das System, wie es sich in England entwickelt hat, so ist Folgendes die Aufeinanderfolge, zwischen welcher und der des gleichzeitigen Gesteins auf dem Festlande kein wesentlicher Unterschied stattfindet.

Waldgruppe.	Blauschiefriger Thon, welcher Eisenstein und dünne Lager von thonartigem Kalkstein enthält (Waldthon). Sand und Sandstein, häufig eisenhaltig, Lager von Thon und sandigem Thonschiefer, alle mehr oder weniger kalkhaltig (Hastingssand). Verschiedene, im Süßwasser abgelagerte Kalksteine, mit Sand und Thon abwechselnd (Purbeckstein).
Oolith.	Portland-Oolith; kalkartiges Eisen, Sand und Zusammenkittungen kalkartiger Thon, gewöhnlich Kimmeridge-Thon genannt. Korallinischer Oolith (Koralrag), kalkartiger Sand und Sandstein, Oxford-Thon mit Einschluß von Lagern unreinen thonartigen Sandsteins. Oolithische und muschelige Schichten (Cornbrash), Forstmarmor; Bath-Oolith, gelber Sandstein durch thon- und kalkartigen Sand getheilt; Mergel und Walkererde.
Lias.	Dicke Lager von dunklem, bituminösem, kieselartigem Schieferthon und verhärteten Liasmergel. Liaskalkstein und Thon; Streifen (Schnüre) von Eisenstein, Lager von Glanzkohle und Braunkohle; mehr oder weniger kalkartiger Sandstein.

220. Die organischen Reste des oolithischen, Systems sind sehr zahlreich und haben die Aufmerksamkeit der Geologen schon früher auf sich gezogen. Sie zeigen einen klar ausgesprochenen Fortschritt von den früher vorhandenen Geschlechtern, da Insekten, amphibienartige Reptilien und Säugethiere im Thierreich erscheinen, während neue Familien von Gewächsen z. B. Cycadeen, Liliengewächse, zu der früheren Flora hinzukommen. Die Organismen der Lias-, Oolith- und niederer Glieder der Waldgruppe zeigen den Ursprung dieser Ablagerungen im Meerwasser an; die der oberen Waldgruppe einen Ursprung an Flußmündungen, weil Süßwasser- mit Meerarten gemischt sind. Mit diesem Unterschiede läßt sich die Fauna und Flora dieser Epoche in folgender Weise summarisch angeben: Pflanzen, Seegräser, einige Schachtelhalme, manche Farnkräuter, die mit Sphenopteris, Pecopteris u. s. w. der kohlenführenden Schichten verbunden sind; Cycadeen, mit der Ananas und dem Brodbaum verwandt; Zapfenbäume, der Tanne und Fichte ähnlich, außerdem Liliengewächse und andere nicht beschriebene Arten; Thiere, Pflanzenthiere, welche vorhandenen Arten mehr gleichen, wie die des Bergkalksteins und des silurischen Systems: Crinoideen, hauptsächlich Apiocrinit und Pentacrinit; See-

sterne, die der Ophiura und Asterias gleichen; Seeigel, wovon Cidaris am meisten vorkommt; Muschelthiere, einklappige, zweiklappige und mit Kammern versehene; Ringelwürmer, wie der gemeine Regenwurm und Serpula; Krustenthiere, den Krebsen ähnlich; Insekten, wie Roßkäfer und Wasserjungfern; Fische, zu den Ganoidiern gehörig; Reptilien, mit der Schildkröte, dem Krokodill und Gavial verschiedener Flüsse verwandt, von diesen aber in Form und Lebensart noch weit verschieden; Säugethiere, zwei kleine mit dem Opossum verwandte Beutelthiere. Im oberen oder Süßwasserwaldthon gibt es keine Pflanzenthiere und Meerweichthiere, indeß verschiedene Landpflanzen, ein- und zweiklappige Süßwassermuscheln, einige Fische, eidechsenartige Thiere und Ueberbleibsel von Schildkröten, sowohl Land- wie Meerschildkröten.

221. Die am meisten charakteristischen Fossilien sind die Cykadeen, worin man Stamm, Frucht und Blätter in Menge findet; die Seeigel, die Ammoniten, verschiedener Arten und riesenhafter Größen, die eidechsenartigen Reptilien, die Pterodaktylen oder fliegende Eidechsen, die Süßwasser- und Meerschildkröten, die Beutelthiere. Die Cykadeen finden sich hauptsächlich im oberen oder Süßwassertheile des Waldsystems mit Baumstümpfen oder Stämmen untermischt. Man findet sie besonders bei Portland in einer Schicht dunklen thonartigen Schlammes, auf

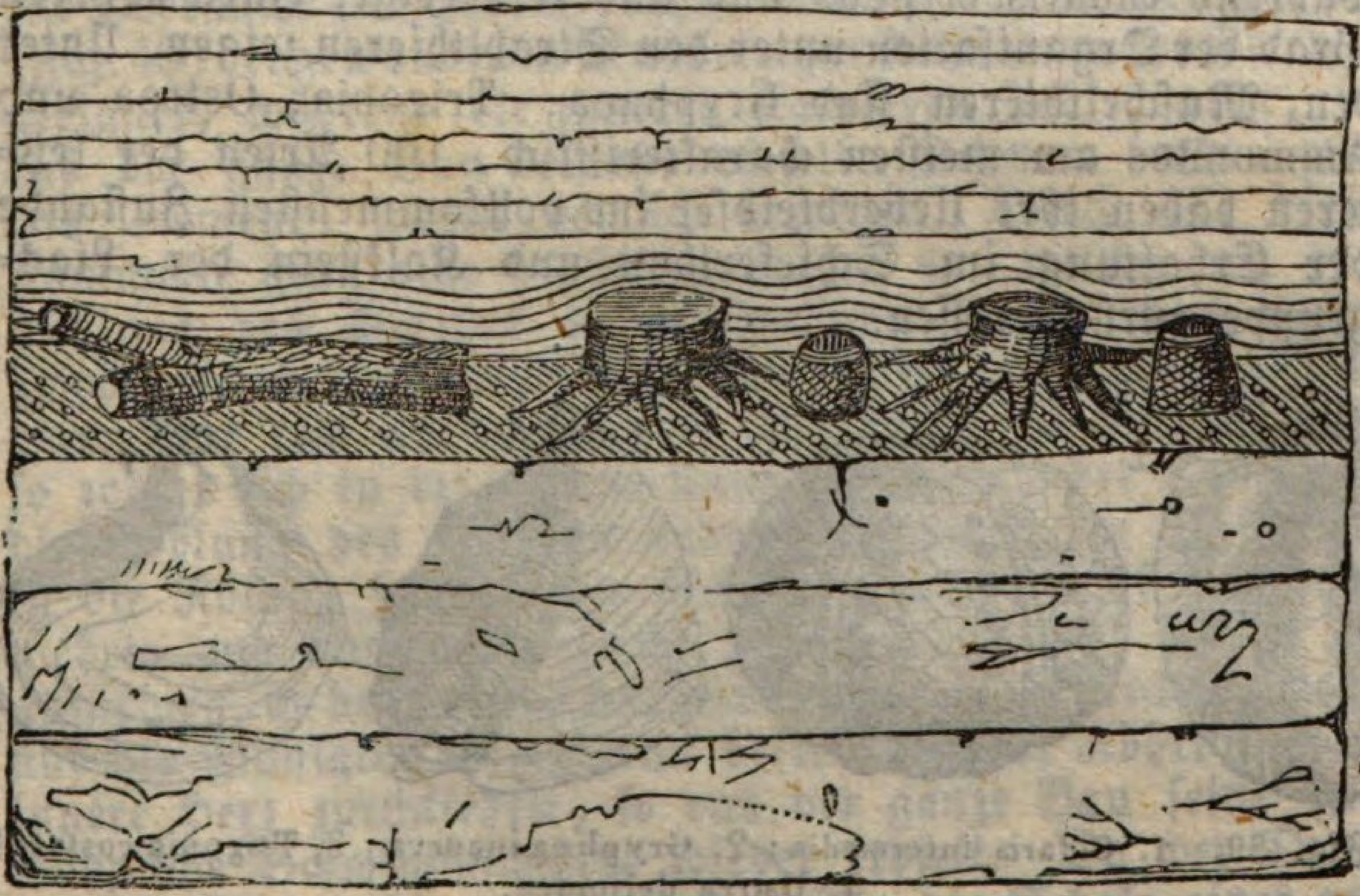


Fig. 38. aaa Portland-Stein (Meerbildung); b Schlammbeet aus schwarzem Schlamm und Kieselsteinen (zu Zeiten trockenes Land); c kieselartiger Kalk; d kalkartiger Schieferthon.

welchem einst diese Pflanzen geblüht haben müssen, der aber durch Versenkung des Landes in den Grund einer Flußmündung verwandelt wurde, über welchen sich Schichten von Kalk, Thon und Sand niederlegten. „In der Entfernung von zwei Fuß," sagt Bakewell, „finden wir eine gänzliche Veränderung der Meerwasserschichten in solche, welche einst Landpflanzen trugen; sollte ein Zweifel über den ursprünglichen Ort dieser Pflanzen entstehen, so liegt an dem unteren Lager von Schlamm eine Schicht von Süßwasserkalkstein, und nach dieser ein dickeres Schlammlager, welches nicht allein Cykadeen, sondern Baumstümpfe von 3 bis 7 Fuß Höhe in aufrechter Stellung enthält, unter denen sich die Wurzeln ausbreiten. Baumstämme liegen auf derselben Schicht zu Boden geworfen; einige 20 bis 25 Fuß Länge, einige 2 Fuß im Durchmesser. Folgender Durchschnitt einer Klippe in Dorset zeigt deutliche Beweise der Veränderung von Meerablagerungen in trockenes Land, und von der Versenkung trockenen Landes in einen Fluß oder See, welcher Süßwasserkalkstein ablagerte.

222. **Die Strahlthiere, Weich- und Krustenthiere** dieser Zeit sind von denen der älteren Schichten wesentlich unterschieden und den jetzt vorhandenen Arten näher verwandt. Die riesenhaften und üppig wachsenden Crinoideen des Bergkalksteins sind verschwunden und es folgen ihnen zwerghafte Apiokriniten und Pentakriniten, während Cidaris clypeus und andere Seeigel einen höheren Grad der Organisation unter den Strahlthieren zeigen. Unter den Muschelthieren sind Gryphaea, Trigonia, Ostrea und Ammonites am meisten charakteristisch, 100 Arten der letzteren haben ihre Ueberbleibsel im vollkommensten Zustande der Erhaltung im Schieferthon und Kalkstein der Liasgruppe zurückgelassen.

Fig. 39. 1. Cidaris intermedia; 2. Gryphæa incurva; 3. Trigonia costata; 4. Ostrea deltoidea.

Der Ammonit, wovon zwei Arten und ein Durchschnitt des Inneren in der Figur 40 dargestellt sind, hat seinen

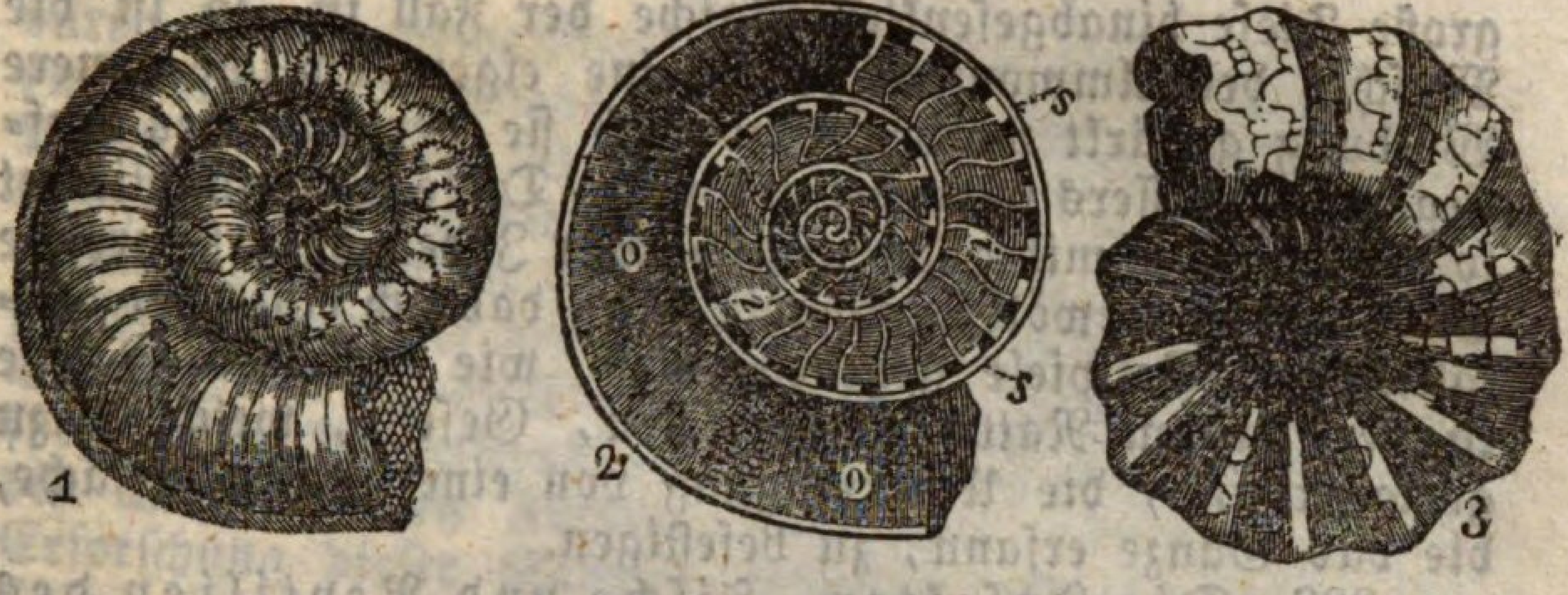


Fig. 40. 1. Ammonites obtusus; 2. Durchschnitt des Ammonites obtusus, welcher die inneren Kammern und eine Röhre zeigt; 3. Ammonites nodosus.

Namen von seiner Aehnlichkeit mit dem Kopf einer Bildsäule des Jupiter Ammon erhalten. Es war eine mit Kammern versehene Muschel, die zu den Kopffüßlern der Weichthiere gehörte, d. h. zu denen, deren Bewegungsorgane am Kopfe gesammelt sind; sie lebten mit manchen verwandten Arten, dem Euomphalus, Nautilus, Orthoceratides, Hamites (hakenförmig), Scaphites (bootförmig), Baculites (stabförmig), und anderen mit vielen Kammern versehenen Muscheln. Es ist eines der am meisten verbreiteten Weichthiere in den sekundären Schichten und findet sich in allen Größen von der eines Nadelknopfes bis auf vier Fuß im Durchmesser. Die Oekonomie des Ammoniten bestimmte ihn, auf dem Boden tiefer Wasser zu leben, aber sich auch nach Belieben zur Oberfläche zu erheben; deßhalb war die äußere Kammer oo (Fig. 40) der gewundenen Muscheln zur Aufnahme des Thieres geeignet, während die inneren Kammern hohl waren, so daß der ganze Bau beinahe dieselbe Schwere hatte, wie das Element, worin es sich bewegte. Durch alle diese Kammern ging eine elastische Röhre ss, welche mit der Höhlung des Herzens in Verbindung stand, das unter gewöhnlichen Umständen mit einer dichten Flüssigkeit gefüllt war. War das Thier erschreckt oder wollte es hinabsteigen, so zog es sich in die äußere Kammer zurück; der Druck auf die Höhlung des Herzens drängte alsdann die Flüssigkeit in die Röhre, so daß die Schwere der Muschel sich vermehrte und das Thier leicht zu Boden sank. Wollte es aufsteigen, so brauchte es nur seine Arme auszustrecken, worauf die Flüssigkeit vom Druck befreit aus der Röhre in das innere Herz zurückkehrte, so daß der ganze Bau seine gewöhnliche Schwimmschwere wieder erhielt. Da der Druck des Wassers auf dem Boden der See die Schale einer gewöhnlichen Muschel zerbrechen muß, wie es bei einer in

große Tiefe hinabgesenkten Flasche der Fall ist, so ist die Muschel des Ammoniten durch eine eigenthümliche innere Wölbung gestärkt worden, wodurch sie der Last des aufliegenden Wassers widerstehen konnte. Diese Wölbung stimmt so vollkommen mit allen menschlichen Ideen über sinnreiche Bildung von Gewölben überein, daß dadurch eines der auffallendsten Beispiele gegeben wird, wie dieselben Gesetze in der ganzen Natur vorherrschen, Gesetze, welche dazu geeignet sind, die Ueberzeugung von einer ersten Ursache, die das Ganze ersann, zu befestigen.

223. Die Insekten, Fische und Reptilien des oolithischen Systems sind vielfach beachtet worden, haben aber mannigfache Meinungen bewirkt. Die Insekten, welche man im schiefrigen Kalkstein des wahren Oolithes in Deutschland und England auffand, gleichen etwas den Wasserjungfern und Roßkäfern der Gegenwart. Die Fische zeigen die schmelzartigen Schuppen und den ungleichartigen Schwanz der Knorpelfische und sind dem Cestracion der australischen Meere ähnlich. Knochen und Zähne von Reptilien waren schon im Mergel des neuen rothen Sandsteins gefunden worden; im Lias und in den oberen Schichten sind die Reste dieser Thiere so reichlich und riesenhaft, daß man die Zeit nicht unpassend das Zeitalter der Reptilien genannt hat. Darunter finden sich Land- und Meerschildkröten; Eidechsen, deren Arme und Beine mit einer Haut wie die Fledermäuse versehen waren, so daß sie fliegen konnten (Pterodactylus), amphibische Eidechsen wie Krokodill und Gavial; Wassereidechsen, die jetzt keine Aehnlichkeit mit vorhandenen Thieren haben. Ichthyosaurus und Plesiosaurus sind am meisten häufig. Die allgemeine Form des ersteren (Fischeidechse) war, wie das Skelett zeigt, der des Krokodilles ähnlich; es hatte allein Ruder statt der Füße. Der Kopf geht spitz zu und die Kinnbacken sind mit furcht-

Fig. 41. Skelett des Ichthyosaurus communis.

baren Zähnen bewaffnet. Das Skelett des I. tenuirostris (mit dünnem Schnabel) hat nur 4 Fuß Länge. Andere Arten haben aber 20—30 Fuß Länge. Der Plesiosaurus (wegen seiner größeren Aehnlichkeit mit Eidechsen so benannt) hatte einen ungemein langen Hals, der in der gewöhnlichsten Art beinahe die Hälfte des Thieres einnahm. Der Kopf ist im Verhältniß klein, der Schwanz kurz und spitz. Die Wirbelknochen des Halses übersteigen an Zahl die aller anderen Thiere. Conybeare, welcher die erste Erforschung dieser Saurier anstellte, vermuthete, es habe Luft geathmet, sei gewöhnlich auf der Oberfläche des Wassers geschwommen, habe den Hals wie ein Schwan gebogen und sei untergetaucht, wenn ein Fisch in seiner Nähe schwamm. Seine Länge ist 10 bis 15 Fuß. Ichthyosaurus und Plesiosaurus müssen sich wegen der Gestalt ihrer Bewegungsglieder nur mit großer Schwierigkeit auf dem Lande bewegt und hauptsächlich das Wasser bewohnt haben. Außer diesen gibt es noch andere Arten Saurier, sowohl Wasser- wie Erd- und amphibische Thiere, z. B. Megalosaurus (große Eidechse), Geosaurus (Landeidechse), Hylaeosaurus (Waldeidechse), Teleosaurus (vollkommene Eidechse) u. s. w.

224. Die Säugethiere dieser Periode sind ungewiß, denn man hat nur zwei oder drei untere Kieferknochen, die man im schieferigem Kalkstein fand. Einige französische Geologen haben auch die Reste dieser Thiere für die von Eidechsen halten wollen, allein Cuvier, Buckland und Owen halten sie für die von Beutelthieren. Ist dies der Fall, so kommen jetzt zuerst Säugethiere in der Schöpfung vor und vergleichende Anatomie fehlt selten in ihren Schlüssen. Owen sagt: „Die Aehnlichkeit dieser fossilen Thiere mit den Beutelthieren, die jetzt auf Australien beschränkt sind, führt auf den Vergleich unserer Oolithreste mit Formen, die jetzt nur noch in Australien und in den nahen Meeren vorkommen. Hier schwimmt z. B. noch das Cestracion, welches den Schlüssel gab zu der Natur der Gaumen in unseren Oolithresten, die man jetzt als Zähne riesenhafter Knorpelfische erkannt hat. Trigoniae und Terebratulae sind dort noch vorhanden und geben Nahrung dem Cestracion, wie auch einst die verwandten Fische von diesen Thieren sich nährten. Cykadeische Pflanzen wie der Brodbaum, sind auf dem Lande noch vorhanden, ebenso wie Beutelthiere, so daß ein vollkommenes Bild des alten Zustandes der Erde sich dort vorfindet." Phillips sagt: „Es ist interessant, zu erfahren, daß die frühesten Säugethiere Beutelthiere waren, die jetzt nur für Australien charak-

teristisch sind, wo ebenfalls Pflanzenformen der oolithischen Periode sich noch vorfinden."

225. „Während der oolithischen Periode," fährt dieser Schriftsteller fort, „war das arktische Land mit den Pflanzen heißer Gegenden bedeckt, deren Reste hin und wieder Kohlenlager bildeten; es war mit Käfern und Netzflüglern und andern Insekten geschmückt, unter denen die fliegende Eidechse ihre Flügel ausbreitete. Die Flüsse und Ufer waren von Eidechsen bewacht, oder von Reptilien bewohnt, welche Menschen voll Einbildungskraft als die Urbilder unserer Gaviale und Krokodille sich gedacht haben; die See war gefüllt von Pflanzenthieren, Weichthieren, Gliederthieren und Fischen. Alle diese mußten in warmen Klimaten leben; wir könnten uns wundern, daß alle Untersuchungen keine Spur des Menschen und seiner Werke uns zeigten, erblickten wir nicht in den oolithischen Resten eine bestimmte Verschiedenheit von gegenwärtigen Formen, woraus erhellt, daß der Zustand der Erde von dem jetzigen gänzlich verschieden, und unfähig war, die Pflanzen und Thiere zu ernähren, von denen der Mensch in gegenwärtiger Schöpfung das Haupt ist."

226. Das vom Feuer erzeugte Gestein dieses Systems ist in England hauptsächlich Trapp; große Verrückung in den Schichten fand nicht statt; man bemerkt nur leichtere Ergießungen von Trapptuff und Gesteingänge von Grünstein. Letztere stehen mit der vulkanischen Achse der Kohlenperiode in Verbindung und scheinen die letzten Anstrengungen der Erhebung in der Trappzeit anzudeuten. Nur in Caithneß geht granitisches Gestein durch Oolith; das Feuergestein, welches das System erhob oder veränderte, gehört dem spätesten Trapp oder den früheſten vulkanischen Perioden an.

227. Die Ausdehnung des Landes vom Oolith ist nicht sehr groß, obgleich allgemein über die Erde verbreitet. Am meisten entwickelt findet es sich in England, theilweise auch in Irland und Wales. Theile dieses Systemes findet man in Frankreich und Deutschland, an den Alpen als einen Saum, in Spanien, an den Seiten des Appennins und Atlas, am südlichen Abhang des Himalayah, in Amerika hat man ihn kürzlich im Oregongebiet entdeckt.

228. Nur in England ist das oolitihische System so entwickelt, daß es einen bestimmten geographischen Charakter darbietet. Die Ansicht, obgleich angenehm, ist nicht großartig wie mehre der älteren

Schichten. Kalkstein bildet gewöhnlich abgerundete Abhänge über dem untenliegenden Thon, so daß lange Höhlungen und Schluchten wellenförmig die Fläche des Systems durchschneiden. Keine dieser Höhen ist bedeutend, nur von 4 bis 600 Fuß; sie sind aber sämmtlich fruchtbar und bieten zu den flachen Flußthälern des Lias und Waldthons eine angenehme Unterbrechung.

229. In ökonomischer Hinsicht ist das Gestein dieses Systems nicht unwichtig. Der Liaskalkstein hat 80 bis 90 Procent kohlensauren Kalk mit Bitumen, Alaunerde und Eisen; ist letzteres Mineral stark vorhanden, so läßt sich daraus ein Kalk bilden, der sich unter Wasser verhärtet. Feinere Arten Lias lassen sich poliren und zum Steindruck gebrauchen. Liasthon ist oft mit Bitumen und schwefelsaurem Eisen verbunden, und brennt langsam, wenn man ihn auf Holzbündel legt; dadurch wird der Schwefel zersetzt, verbindet sich mit dem Sauerstoff der Luft und mit einem Theil der Alaunerde des Thonschiefers und bildet so den im Handel bekannten Alaun. Während des Schwefelmonopols in Sicilien ward in England Schwefel aus Schwefeleisen gezogen, und dies Verfahren wäre fortgesetzt worden, wenn das Monopol der neapolitanischen Regierung geblieben wäre. Auch hat man Eisen aus dem Eisenstein und dem erbsenförmigen Eisensand der Waldgruppe gezogen; Glanzkohle (einfach verändertes Holz von Zapfenbäumen) kommt in einigen Schichten vor. Walkererde wird im oberen Oolith in Lagern von großer Dicke gefunden. Sie besteht aus Kieselerde, Alaunerde und 24 Proc. Wasser, und besitzt wie andere alaunartige Mergel die Eigenschaft, Fett in sich aufzunehmen; daher ihr Werth in Reinigung der Wolle. Einiger oolithischer Sandstein bildet gutes Baumaterial; Marmor zur Ausschmückung wird aus derselben Gruppe erlangt; der Purbeckstein des Waldsystems gibt guten Pflasterstein.

Cornbrasch, nach einem Provinzialausdruck englischer Landleute, leicht zu pflügen, weil es leicht verwittert und dem Pflug nachgibt.

Sauroidier. Man theilt diese Thiere nach ihren Bewegungsorganen ein: in schwimmende, die mit Rudern versehen sind, in solche, die Glieder wie Säugethiere haben, und in solche, welche den noch lebenden Amphibien entsprechen. Zu ersteren gehören: Ichthyosaurus, Plesiosaurus, Mososaurus, Phytosaurus, Steneosaurus, Teleosaurus, Saurodon u. s. w.; zu den zweiten Megalosaurus, Iguanodon; zu den dritten Protosaurus, Geosaurus, Pleurosaurus, Hylaeosaurus u. s. w.

Die mit Kammern versehenen Muscheln enthalten viele Arten sämmtlich mit hohlen Kammern und Röhren; bisweilen ist die Schale des Ammonits gänzlich zerstört und hat nur einen Abdruck hinterlassen, wo man die Kammern durch Theilungslinien unterscheiden kann; solche Abdrücke heißt man Ammonitenketten.

Kreide = System.

230. Unmittelbar über der Waldgruppe und als oberer Theil der sekundären Bildung finden sich kalkartige, thonartige und sandartige Schichten, welche man das Kreidesystem nennt, weil sie das bekannte Mineral enthält. In diesem System sind die sandartigen Glieder nicht länger steinig, sondern lockerer Sand; die Thonlager sind weich und Mergelthon; die kalkartigen sind nicht mehr fest, sondern von erdartigem Gefüge in Kreide. Alles dies zeugt auf eine neuere Bildung ohne großen Druck verminderter chemischer Wirkung und ohne die Verhärtung der Wärme. Die Schichten sind sehr beschränkt von Meerursprung, weisen mehr auf abgesonderte und Binnenmeere, wie auf Ufer und Buchten des Oceans hin. Da die Kreide somit nur eine örtliche Ablagerung und etwa nur 8—900 Fuß dick ist, so hat man sie auch mehr untersucht wie ältere Systeme und die Fossilien mit vorhandenen Arten mehr verglichen. Bei der Nachforschung hat man drei bestimmt geschiedene Gruppen erkannt: Grünsand, Galt und Kreide.

231. Die Zusammensetzung dieser Gruppen ist durch ihren Namen angedeutet. Grünsand, welcher die untere Abtheilung bildet, heißt so von seiner grünen Farbe, die er einer Chlorverbindung von Kieselerde mit Eisen verdankt. Dieser Sand ist jedoch nicht einförmig grün, sondern zeigt auch ockerartige und gelbe Farben; er zeigt verschiedene Arten Feinheit und enthält oft quarzige Streifen, unregelmäßige Ablagerungen von Walkerthon und Ocker. In England theilt man ihn gewöhnlich in obern und untern Grünsand, weil eine Ablagerung von weichem bläulichen Mergelthon in der Mitte vorkömmt. Betrachtet man dieses Lager als untergeordnet, so läßt sich der Grünsand durch seine Farbe und sandige Beschaffenheit leicht erkennen. Der Galt liegt über dem Grünsand, ist dick und kömmt unregelmäßig vor. Er ist ein bläulich kalkiger Thon, der mit Säuren aufbraust; Schichten von Grünsand liegen dazwischen und er enthält unregelmäßige Ballen von thonartigem Eisenstein und Schwefeleisen. In einigen Gegenden wird er durch Eisen röthlich; sonst aber ist seine Zusammensetzung bleibend. Die Kreide, welche die obere Gruppe bildet, ist zu bekannt, um beschrieben zu werden, sie besteht aus kohlensaurem Kalk, hat ein erdiges Gefüge und ist so weich, daß sie sogar dem Nagel nachgibt. Im Allgemeinen weiß, ist sie bisweilen graulich oder röthlich;

wo sie mit dem vom Feuer gebildeten Gestein in Berührung kam, ist sie verhärtet und von krystallinischem Gefüge wie der Bildhauermarmor. In England sind die Kreidelager 6—800′ dick; die untere Kreide ist fester, von schwärzlichem Weiß mit grünen Körnern, und enthält einige Feuersteine; die obere ist eine weiche kalkartige Masse, weiß, mit quarzigen Klümpchen und enthält regelmäßig Lager von Feuerstein. Spuren von Schichten lassen sich in der Kreide nicht wohl erkennen, dagegen aber bestimmt in den Linien der Feuersteine und anderer nierenförmiger Verkittungen. In einigen Kreiden des Festlandes ist kohlensaure Magnesia auf 8—10 Procent vorherrschend und ertheilt ihr ein noch erdigeres Gefüge.

232. *Die Ordnung der aufeinanderfolgenden Schichten ist schon angegeben worden*; zur bestimmteren Ansicht fügen wir hier eine Tabelle des Systems, wie es im Süden Englands vorkömmt, hinzu.

Kreide.	*Obere Kreide.* Gewöhnlich eine weiche kalkartige Masse mit quarzigen Klümpchen in regelmäßigen Zwischenräumen und Feuersteinlagern. *Untere Kreide.* Härter und weniger weiß, bisweilen mit grünen Körnchen, gewöhnlich mit weniger Feuerstein (roth im Norden Englands).
Galt.	*Galt oder Kalkmergel.* Lager von bläulich blätterigem Thon, kalkartig mit Ablagerung von Grünsand und Eisenklümpchen.
Grünsand.	*Oberer Grünsand.* Eine Masse Sand, gelegentlich zu kalkigem oder kiesigem Sandstein verhärtet, von grünlicher oder graulich weißer Farbe, mit Quarzklümpchen. *Weißer bläulicher Thon mit grünen Körnern.* *Unterer Grünsand.* Eine beträchtliche Masse von grünem oder eisenhaltigem Sand, mit Lagern von Quarz; gelegentlich mit Lagern von blauem Thon; Gestein von kalk- oder quarzartigem Kalkstein und Ablagerungen von Ocker und Walkererde.

Alle angegebenen Glieder kommen nicht überall vor, z. B. es findet sich kein Grünsand im Norden Englands, keine Kreide in den Karpathen, kein Kalk in Amerika, in Südamerika zeigen sich nur unreine dünne Kalklager.

233. *Die organischen Reste gehören bestimmt dem Meere an.* Man findet wenig Pflanzen und dies sind Meerpflanzen, wie Meergräser u. s. w. Selten findet man Bruchstücke von Farnkräutern, Zapfenbäumen, Cykadeen und dikotyledonischem Holz im Grünsande; etwas Braunkohle soll in der unteren Kreide bei Rochelle in Frank-

reich vorkommen. Brogniart glaubt, dasselbe sei nur durch Versenkung von Torfmoos entstanden; allgemein genommen ist keine Bildung von Erdorganismus so entblößt wie die Kreide. Unter den Thierresten sind Schwämme, Korallen, Seesterne, Ringelwürmer, einklappige, zweiklappige und mit Kammern versehene Muscheln, Krustenthiere und Reptilien häufig; bis auf eine einzige Ausnahme hat man aber keine Säugethiere entdeckt. Dieselben Familien, welche in Oolith vorkommen, finden sich auch hier, aber in verschiedenen Geschlechtern, so daß man beobachtet hat, das Kreidesystem enthalte Geschlechter, die weder im älteren noch im neueren Gesteine vorkommen. Phillips sagt: „Es ist kein bestimmtes Zeugniß über das

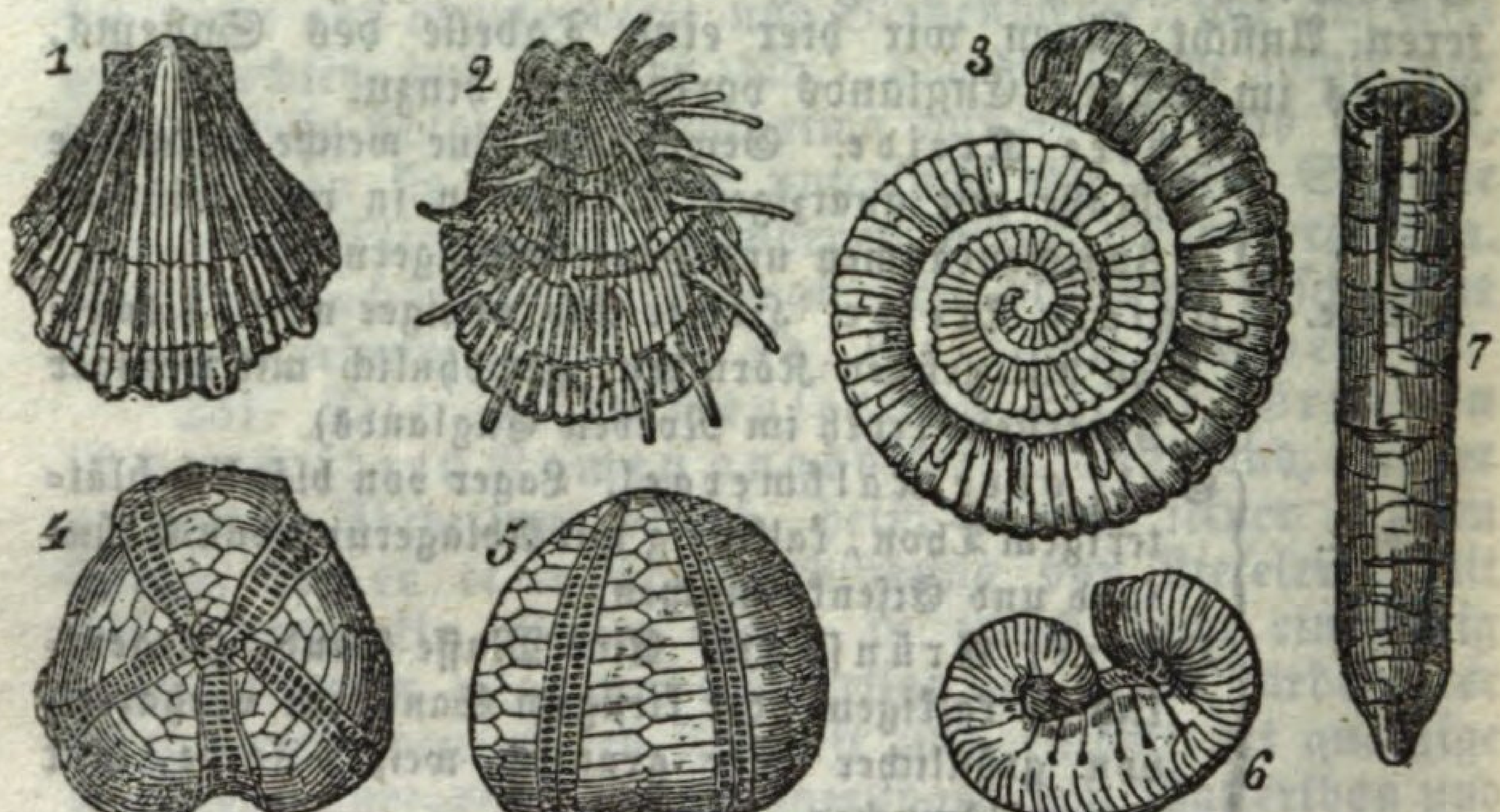


Fig. 42. 1. Pecten quinque-costatus; 2. Plagiostoma spinosum; 3. Hamites intermedius; 4. Spatangus cor-anguinum; 5. Galerites albogalerus; 6. Scaphites striatus; 7. Belemnites mucronatus.

Klima der nördlichen Gegend vorhanden; das Meer aber muß wenig Ueberschwemmungen vom Lande her erlitten haben, sonst müßte man andere Pflanzen wie Seegräser in den Schichten vorfinden.“ Allerdings ist kein bestimmtes Zeugniß über das Klima vorhanden; indeß die kürzlich entdeckten Reste der höchsten Ordnung von Säugethieren, von Vierhändern oder Affen weisen auf tropisches Klima hin, und dieser Umstand, in Verbindung mit dem Vorkommen der Cykadeen scheint auf ein Klima hinzuweisen, welches von dem der Waldzeit nicht weit entfernt war. Die Figur 42 zeigt einige der auffallendsten Arten dieses Systems.

234. Vom Feuer gebildetes Gestein ist mit dem

Kreidesystem in England nicht verbunden; allein Basalt und anderer Trapp zeigt sich als hindurchbrechend in Irland. In den Pyrenäen sollen Kreideschichten mit granitischem Gestein in Berührung stehen; im Allgemeinen aber zeigt das System weniger Wirkung des Feuers; wo die Kreide damit in Berührung kam, ist sie hart und krystallinisch, wie der Primärmarmor geworden. Dieselbe Wirkung ist hervorgebracht worden, wenn man zerstoßene Kreide in einer eisernen Röhre der Hitze eines Ofens aussetzt.

235. Die geographische Ausdehnung ist beschränkt; im südlichen England ist sie ziemlich entwickelt, und füllt dort die Höhlungen und Becken, welche Oolith und Lias zurückließen. Auch ist sie weit über Deutschland und Frankreich verbreitet, findet sich bei Dresden, in den Alpen, Karpathen und Pyrenäen; ebenfalls nimmt sie in den Vereinigten Staaten einen weiten Raum ein, und ist in den Flußebenen Südamerikas verbreitet.

236. Die physische Ansicht der Kreidegegenden hat eine leichte wellenförmige Erhebung und Senkung. Hier sind keine hohe Gipfel, keine tafelartigen Klüfte, sondern sanfte Hügel mit kurzem Graswuchs bedeckt, von Bäumen entblößt, sogar in den Thälern trocken, oft in verwickelten Reihen mit regelmäßigem Abhang und dennoch trocken; was noch sonderbarer ist, so enthalten sie keinen Kanal und keinen Beweis von der Wirkung des Wassers, welches die Thäler sicherlich aushöhlte. Kreidegegenden zeigen große ländliche Anmuth, sind aber vom Ackerbau noch wenig benutzt.

237. Die Handelsmineralien des Systems sind nicht zahlreich, Kreide wird bekanntlich zu manchen Zwecken in Künsten und Ackerbau gebraucht. Lager von Walkererde finden sich im untern Grünsand und in den mehr verhärteten Lagern kommen auch rauhe Bausteine vor. Feuerstein ist das werthvollste Produkt des Systems; er liefert das Material zu Verfertigung des Porzellans, des Flintglases und der Gewehrfeuersteine, welche letztere allgemein gebräuchlich waren, bevor die Perkussionsschlösser erfunden wurden.

238. Die Bildung des Feuersteins, einer von der Kreide so verschiedenen Masse, ist noch eine ungelöste Aufgabe der Geologie; er findet sich in nierenförmigen Massen, unregelmäßiger Figur und Größe; einige haben nur einen Zoll, andere eine Elle im Umfang. Obgleich dick in horizontalen Lagern vertheilt, stehen Feuersteine nie mit einander in Berührung, indem jeder Klumpen vollkommen von der

Kreide eingehüllt ist. Aeußerlich bestehen sie aus einer weißlichen quarzigen Rinde; innerlich aus grauem oder schwarzem Kiesel, und enthalten oft Höhlungen mit Chalcedon und krystallisirtem Quarz. Aus dem Steinbruch genommen, sind sie bröckelig und voll Nässe, erlangen aber bald ihre harte und spröde Eigenschaft. Beinahe ohne Ausnahme enthalten sie Reste von Schwämmen, Meerigeln und andern Meerorganismen, deren Bau oft in der feinsten und schönsten Weise erhalten ist. Bisweilen ist der Organismus verwest, und der Raum, den er einnahm, ist entweder hohl geblieben, oder mit einem spathartigen Ueberzug theilweise gefüllt; deßhalb scheint es, daß Feuersteine eine Anhäufung von Kiesel um einen organischen Kern bilden, wie wir dergleichen schon bei Thon und kohlensaurem Eisen gesehen haben. Dies ist jetzt die allgemein angenommene Meinung; bedenkt man, daß die Organismen niedergelegt werden mußten, als die Kreide sich im breiigen Zustande befand, so sieht man leicht, wie der in der Masse aufgelöste Kiesel durch chemische Verwandtschaft um einen verwitterten Organismus sich ansammeln konnte. Kreide besteht aus kohlensaurem Kalk, mit Spuren von Thon, Kiesel und Eisenoxyd; Feuerstein besteht aus 98 Proc. reinem Kiesel, mit einer Spur von Alaunerde, Eisenoxyd und Kalk. Kiesel läßt sich auflösen; er findet sich in den meisten heißen Quellen beim Basalt; in breiigem Zustande, in den Höhlungen des Bambus; ferner in den dünnen Häutchen des Schilfes, der Binsen, Gräser u. s. w.; kieselartige, geronnene Stoffe sind in den Früchten und Bäumen tropischer Gegenden gewöhnlich. Alle diese Thatsachen weisen auf eine allgemeine Verbreitung des Kiesels in aufgelöstem Zustande hin; was auch sein Ueberfluß in den Gewässern während der Ablagerung der obern Kreide bewirkt haben mag, so kann kein Zweifel über die Weise herrschen, wie er sich um die organischen Reste dieser frühen Zeit ansammelte.

Der Ursprung der Kreide. Gefüge und Anschein, verschieden von dem aller andern Kalksteine, hat natürlich mannigfache Vermuthungen hervorgerufen. Brande sagt: „Es scheint kein Zweifel vorhanden, daß chemische Auflösung statt fand. Anderseits zeigt sie auch Spuren mechanischer Ablagerung, als sei sie aus Wasser entstanden, worin sie in feiner Theilung vorhanden war. Nach diesem Grundsatz läßt sich vielleicht die räthselhafte Erscheinung des Feuersteins erklären. Vermischt man nämlich fein gepulverte Kieselerde mit erdigen Stoffen, und verbreitet das Ganze im Wasser, so haben die Kieselkörnchen unter gewissen Umständen eine Neigung, sich in kleinen Klümpchen anzuhäufen: in Kreide sind auch Körner Quarz erkennbar." Der Zustand der Kreide ist ohne Zweifel so gewesen, von welcher Quelle sie auch stammen mag. Setzt

man nicht voraus, daß die Kalktheilchen im Wasser verbreitet waren, so kann man die meisten mit der Bildung verknüpften Erscheinungen nicht erklären. Während dieses der Hauptursprung war, ist jedoch die chemische Wirkung von Quellen nicht ausgeschlossen, ebenso wenig wie die organische Wirksamkeit insbesondere die der Korallen. Alle Kalksteine weisen auf eine verwickelte Bildung hin, worin organische, chemische und mechanische Wirksamkeit auftrat; man muß vermuthen, daß die Kreide das Ergebniß ähnlicher Kräfte ist.

Belemnit, vom griechischen Wort für Pfeil, wegen seiner pfeilartigen Form so benannt, eine Art fossiler mit Kammern versehener Muschelthiere. Die Kammern fanden sich im Innern des Thieres, wie beim Dintenfisch das den schwarzen Saft absondernde und auslassende Organ. Viele Belemniten sind sehr groß, und zeigen die riesenhafte Gestalt der damaligen Kopffüßler.

Tertiäre Schichten.

239. Das tertiäre System begreift alle regelmäßigen Schichten Kalkstein, Mergel, Thon, Sand und Kies, die über der Kreide vorkommen. Vor den Forschungen Cuviers und Brogniarts wurden diese Ablagerungen als bloße Anhäufungen an der Oberfläche betrachtet, die sich auf keine bestimmte Periode beziehen ließen. Jetzt aber erkennt man sie als bestimmte Bildung, welche von der Kreide nicht allein durch mineralische Zusammensetzung, sondern eben sowohl durch die höhere Ordnung der in ihr enthaltenen Organismen, und von dem Sand und Thon der Oberfläche dadurch verschieden ist, daß regelmäßige Schichtung und Reste von Thieren sich vorfinden, die von den gegenwärtigen abweichen. Im Allgemeinen sind die Schichten locker angehäuft, nicht sehr dick und mit Anzeichen, daß häufiger Wechsel von Meer- und süßem Wasser stattfand. In einigen finden sich Meerreste, in andern Süßwassermuscheln; andere enthalten Landthiere und Pflanzen, die sich den jetzigen Formen nähern; auch zeigen sie eine äußere Frische, die sie von älteren Ablagerungen unterscheidet. Im Allgemeinen nehmen sie eine beschränkte Fläche ein, als seien sie in seichten Binnenmeeren und Flüßmündungen gebildet worden, wo zu Zeiten die Meerwasser Zutritt hatten, während sonst Ergießungen vom Lande her stattfanden. Ein anderer wesentlicher Unterschied der tertiären Schichten von den älteren besteht darin, daß erstere eine wunderbare Gleichförmigkeit ihrer Bildung zeigen, während letztere je nach dem Orte in ihrer Zusammensetzung stets verschieden sind. Deßhalb läßt sich keine allgemeine Beschreibung derselben geben. Die von England und Frankreich sind aber genügend charakteristisch.

240. Die Bildung des Systems läßt Sand- und Thonlager vorherrschen; Kalkstein, kalkartiger Quadersand-

stein und Mergel ist damit gemischt. Die Sandglieder sind entweder kieselige Trümmergesteine von Rostgelb, oder etwas verhärteter und durch Oxyd und Kieselverbindungen von Eisen gefärbter Sand. Letzterer ist selten fest genug, um Sandstein zu bilden; die Trümmergesteine sind oft nur zusammengerollte Kiesel ohne verbindenden Kitt. Auch die Thonlager zeigen Verschiedenheiten; manche sind beinahe reiner blättriger Thon von blauer Farbe, andere bräunlich, etwas mit Sand gemischt; manche gehen in mehr oder weniger kalkartigen Mergel über. Keiner ist so fest, daß er Schieferthon bildete; Blätterigkeit fehlt häufiger, wie sie da ist; nur die Fossilien und Ablagerungen unterscheiden sie vom Thon der folgenden Alluvialthäler. Die kalkartigen Lager sind in Zusammensetzung und dem Aeußeren nach verschiedener und haben keine Aehnlichkeit mit verhärtetem halbkrystallinischem Kalkstein anderer Bildungen. Der Meerkalkstein des Pariser Beckens ist von rauhem, sandigem Gefüge; der von Oesterreich ein rauhes korallinisches Gestein; die Süßwasserablagerungen bei Weimar sind hart und fest; die von anderen Gegenden weich, mergelartig und voll Muscheln. In einigen Gegenden lassen sie sich als Kalkstein gebrauchen, in anderen gehen sie in weichen, zerreiblichen Thon über. Aus der Mannigfaltigkeit der Bildung läßt sich auf mancherlei Wirksamkeit in der Ablagerung des tertiären Systemes schließen; ferner auch, daß die meisten Ablagerungen lokalen Charakters und von denen der Gegenwart nicht sehr verschieden waren.

241. Die Aufeinanderfolge der Schichten ist nicht weniger mannigfach, wie ihre mineralische Zusammensetzung. Wie gegenwärtig entfernte Flüsse verschiedenes Material in derselben Zeit ablagern, so folgen in den tertiären Becken verschiedene Schichten aufeinander. Glücklicher Weise sind sie nicht sehr dick, und da sie wegen der Fossilien gut untersucht wurden, hat man die Aufeinanderfolge ziemlich deutlich hingestellt. Folgendes ist die Tabelle des Beckens von Paris nach Cuvier und Brogniart.

5. Obere Süßwassergruppen. Mergel, Mergelsand, Muschelkalk und kieselartiger Kalkstein.
4. Obere Meerwassergruppe. Mergel, Sand, Sandstein, weiß oder ockerfarbig und lose verbunden; dünne Lager Kalkstein.
3. Untere Süßwassergruppe. Mergel, Gyps, mit Thierknochen und kieselartigem Kalkstein.
2. Untere Meerwassergruppe, Hauptsächlich rauher, sandiger Kalkstein (calcaire grossier) mit kalkartigem Mergel und gräulichem Sand.

1. Plastische Thongruppe. Blauer, plastischer oder Bildner- oder Töpferthon, mit Sandlagern, Braunkohle und Geröll von Kieseln, wahrscheinlich in einer Flußmündung entstanden.

Obgleich der Süden Englands eine andere Aufeinanderfolge zeigt, findet sich genügende Aehnlichkeit in der Lage und Anhäufung der Schichten oder in organischen Resten, so daß diese zu derselben Zeit, wie die des Pariser Beckens gehören müssen. Folgende Tabelle zeigt die Aufeinanderfolge im Süden Londons.

4. Bagshot-Sand.
3. London-Thon, grünlich oder blau oder ockerfarben, oft voll von grünen Körnern, bisweilen mit Schnüren von eisenartigen Knötchen, zahlreiche Fossile.
2. Plastischer-Thon und Sand, verschiedenfarbiger Sand mit Brannkohlenlagern, auch Lager sandigen Thons mit oder ohne Muscheln.
1. Sand, grün und eisenrostfarbig mit Feuersteinen, Austerschalen u. s. w.

In anderen Theilen Englands ist dies etwas verschieden. Im Allgemeinsten aber ist Sand am ausgedehntesten entwickelt, Thon in den südlichen Becken; bei Oxford bestehen die oberen Lager aus einem weichen Trümmergestein von Korallen, Kieseln, Muscheln u. s. w., die man dort Crag nennt und die bisweilen so kalkartig sind, daß man sie zu Baukalk verarbeiten kann. Was von den französischen und englischen Ablagerungen gilt, gilt auch von denen Spaniens, Italiens, Deutschlands, Ungarns u. s. w. Alle zeigen eine unregelmäßige Aufeinanderfolge von Thon, Sand, Mergel, Braunkohle und Gyps, welche in Bezug auf ihre Lagen, Verbindungen und Fossilien sämmtlich der tertiären Periode angehören müssen. Figur 43 zeigt die tertiären Ablagerungen des Thamesbeckens mit der untenliegenden Kreide und Grünsand.

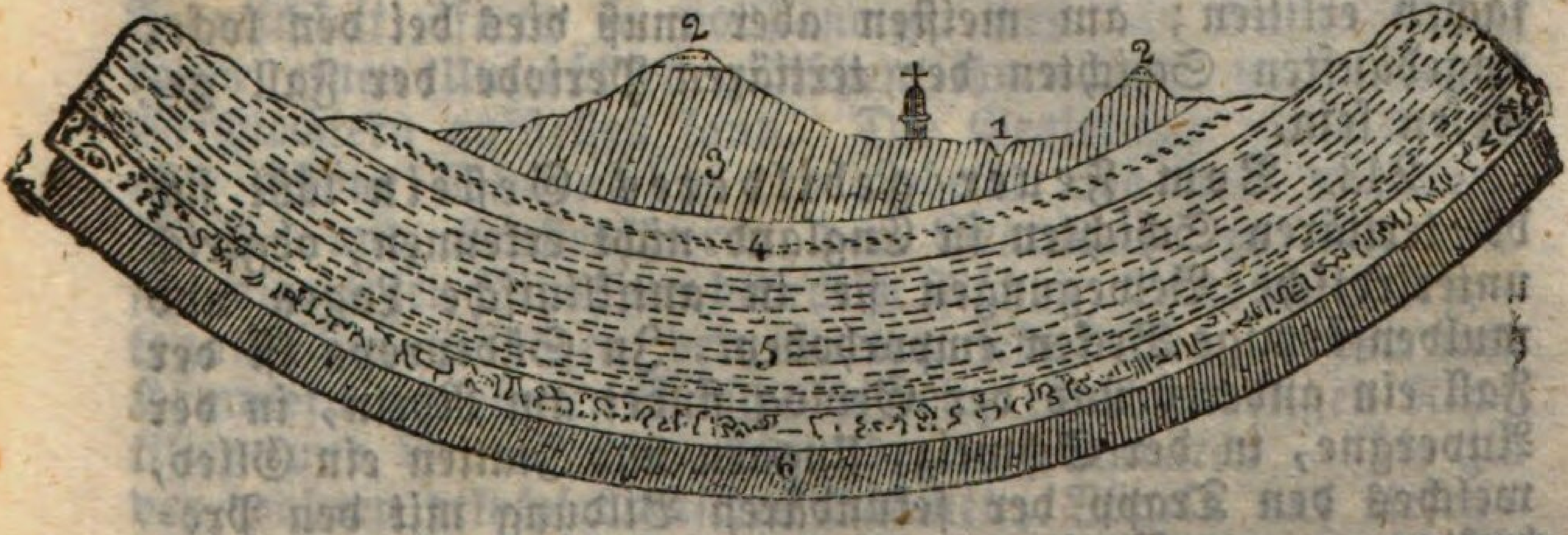


Fig. 43. 1. Der Fluß Thames; 2. Meersand; 3. London-Thon; 4 Plastischer Thon und Sand; 5. Kreide mit Feuersteinen; 6. Grünsand und Galt.

242. Die Ausdehnung der tertiären Ablagerungen ist noch nicht genau bekannt, um so mehr, da mancher Sand und Thon, den man als Anschwemmung bestehender Thäler jetzt bezeichnet, später vielleicht auf dies System bezogen wird; mehre Kiesflächen, die man als tertiär betrachtete, lassen sich auch unter neuen Anhäufungen einreihen. In Europa erstreckt sich das System über viele Flächen, die sämmtlich durch ihre Verbindung mit der Grenze bestehender Meere bemerkenswerth sind. Sänken die Inseln und das Festland Europas auf 600—800 Fuß, so müßte das Wasser der umgebenden Meere die meisten tertiären Schichten bedecken, ein Beweis, daß sehr wenig unterirdische Störung durch Feuer seit ihrer Ablagerung vorhanden war. In Großbritannien zeigt sich die Bildung in Hampshire, der Insel Wight, im Becken von London und nördlich von der Themse an der Küste bis zur Mündung des Yare; in Irland und Schottland ist es noch nicht bestimmt entdeckt; bei Paris ist es sehr entwickelt, zieht sich von der Nordküste Frankreichs an bis Holstein und Jütland hin, offenbar in Verbindung mit der Nordsee; dehnt sich sodann die Ostsee entlang nach Rußland hin und nimmt den größeren Theil der dortigen Centralflächen bis zum schwarzen Meere ein; das System findet sich an den Schweizerseen, dem Rhonethal, mehren Gegenden Italiens u. s. w., an der südlichen Grundlage des Himalayah und in nordamerikanischen Flußthälern; es wird sich in jedem Theil der Erde entdecken lassen. In Bezug auf die Ausdehnung des Landes muß man aber beachten, daß die Ablagerungen im lockeren Sand und Thon der tertiären Epoche mehr Verminderungen ihres Umfangs und Veränderungen ihrer Form erleiden mußten, wie die von früheren Perioden. Ohne Zweifel hat jedes Gesteinsystem, wenn es zum trockenen Lande erhoben war, dergleichen Verminderungen durch die seinen Umfang verkleinernden Ursachen erlitten; am meisten aber muß dies bei den locker angehäuften Schichten der tertiären Periode der Fall gewesen sein.

243. Vom Feuer gebildetes Gestein läßt sich bei tertiären Schichten in England nicht erkennen, obgleich unterirdische Bewegungen sie in antiklinische Lagen und muldenförmige Becken emporhoben. In Südeuropa ist der Fall ein anderer und der Geolog findet am Rhein, in der Auvergne, in der Schweiz, Ungarn und Italien ein Glied, welches den Trapp der sekundären Bildung mit den Produkten neuerer Vulkane verknüpft. Nach Beaumont wur-

den die westlichen Alpen während dieser Periode erhoben; die östlichen sind noch neueren Ursprungs, oder können wenigstens nicht eher erhoben worden sein, als bis die Ablagerungen der tertiären Periode stattgefunden hatten. Am Rhein, in Ungarn und Mittelfrankreich nimmt die Erhebung durch Feuer einen kleineren Maßstab an; die von Auvergne bildet nie eine fortlaufende Reihe Berge, sondern allein kegelförmige und kraterartige Hügel. Das Feuergestein ist hauptsächlich trachytisch, es geht von einer ziemlich festen, grauen, feldspathartigen Masse in schlackigen Tuff über, zeigt aber in keiner Weise den dunklen bituminösen Anschein des Trapps der kohlenführenden Schichten, noch das mandelsteinartige und porphyrische Gefüge des vom alten rothen Sandstein.

244. Was die geographische Ansicht tertiärer Ablagerungen betrifft, so könnte die Abwesenheit des vom Feuer erzeugten Gesteins eine flache und wenig abwechselnde Gegend darbieten, und dies ist auch die Ansicht der tertiären Ebenen von Mitteleuropa. In England aber nehmen die tertiären Schichten Antheil an der Wellenform der untenliegenden Kreide, besonders in den Becken von London und Hampshire; wegen des porösen Charakters vom Sand und Kies ist der tertiäre Boden gewöhnlich trocken und leicht, des Anbaues fähig aber nicht von Natur besonders fruchtbar. Die Höhen und Weingärten von Auvergne können kaum als solche gelten, welche auf einer tertiären Grundlage ruhen, ebensowenig wie die in Schnee gekleideten Gipfel der Alpen, oder beide bilden höchstens einzelnstehende Ausnahmen von der Regel.

245. Die organischen Reste des Systems bieten dessen interessantesten und wichtigsten Theil. Die Fossilien früherer Perioden bildeten eine schwache oder keine Aehnlichkeit mit vorhandenen Pflanzen und Thieren; hier ist die Aehnlichkeit öfters so vollständig, daß der Naturforscher kaum einen Unterschied zwischen ihnen und vorhandenen Geschlechtern aufstellen kann. Die Geolologie entfaltet so eine schöne Stufenfolge des Lebens von den Korallen, Weich- und Krustenthieren der Grauwacke zu den mit schmalzartigen Schuppen bedeckten Fischen, Crinoideen, kryptogamischen Pflanzen der unteren sekundären — den mit Kammern versehenen Muschelthieren, eidechsenartigen Reptilien und Beutelthieren der oberen sekundären — bis zu den wahren dikotyledonischen Bäumen, Vögeln und riesenhaften Vierfüßlern der tertiären Zeit. Man muß jedoch nicht voraussetzen, daß die Fossilien dieser Zeit die jetzige

organische Natur darstellen, denn Tausende der damals lebenden und blühenden Arten sind ausgestorben und andere sind weit früher verschwunden, wie der Mensch als Herrscher der Schöpfung auftrat. Von Pflanzen hat man nur wenig Meerarten entdeckt. Allein die Süßwasserlager erzeugten Cykadeen, Zapfenbäume, Palmen, Weiden, Ulmen und andere Arten, welche den dikotyledonischen Bau erweisen. Reste, den Cocos- und anderen Palmfrüchten verwandt, werden im London-Thon gefunden. Samen von Süßwasser-Characeen, Gyrgonites genannt (nach dem Griechischen gekrümmter Samen), werden ebenfalls dort aufgefunden. Von Strahl-, Glieder- und Weichthieren gehören so viele zu den vorhandenen Geschlechtern, daß man die tertiären Schichten nach der Zahl neuerer dort vorkommender Arten hat eintheilen können. Gehören von hundert fossilen Muscheln achtzig zu jetzigen Arten, so hält man sie für später entstanden als solche, wo man nur zehn Procent erhalten kann. Deshayes und Lyell haben deßhalb nach diesem Plan folgende Gruppen aufgestellt, deren Ausdrücke Seite 73 schon erklärt sind.

Pleistocenische Schichten. Sicilien, 95 Procent neue Arten.

Pleiocenische. Italienische und Cragschichten, 41 Procent neue Arten.

Meiocenische. Wien, Bordeaux, Turin u. s. w., 18 Procent neue Arten.

Eocenische. Paris, London, Belgien, 3½ Procent neue Arten.

Hieraus erhellt, daß die Meerweichthiere der tertiären Zeit den vorhandenen Arten sich zu sehr nähern, als daß sie einer besondern Beschreibung bedürften.

246. Die Rückgratthiere zeigen eine ähnliche Annäherung oder Entfernung von jetzigen Arten, je nachdem wir die oberen oder unteren tertiären Schichten im Auge haben. „Die Fische,“ sagt Agassiz, „sind den vorhandenen Formen so nahe verwandt, daß es oft schwierig ist, betrachtet man die ungeheuere Zahl vorhandener Arten (8000) und die unvollkommene Erhaltung der Fossilien, genau ihre Verhältnisse anzugeben. Im Allgemeinen kann ich sagen, daß ich noch keine einzige Art gefunden habe, die vollkommen mit einem jetzigen Seefisch übereinstimmte, ausgenommen die kleine Art, die ich in den Thonklumpen aus Grönland von unbekanntem Alter vorfand. Die Arten des Norfolkcrag der oberen subappenninischen Bildung gehören zu Geschlechtern, die in den tropischen Gegenden gewöhnlich sind. In den unteren tertiären Schichten Londons, im Becken von Paris, am Monte Bolca gehört wenigstens ein Drittel der

Arten zu jetzt ausgestorbenen Geschlechtern." Was von den Fischen gilt, gilt auch von Reptilien, von denen wir zum erstenmal Reste wirklicher Krokodille, Schlangen und Repräsentanten der Froschfamilie finden, außerdem noch mehr vorhandene Arten von Süßwasser- und Meerschildkröten. Die Saurier der salzerzeugenden und oolithischen Zeit sind verschwunden und es folgen die erwähnten Reptilien, deren Formen und Gewohnheiten mit den Veränderungen der äußeren Natur mehr im Einklang standen. Von Vögeln sind 8 bis 10 Arten bei Paris entdeckt worden, die sich auf vorhandene Geschlechter zurückführen lassen: Mäusefalk, Eule, Wachtel, Seelerche, Kuckuk, Brachvogel und Pelikan.

247. Die Säugethiere der tertiären Schichten haben hauptsächlich und mit Recht die Aufmerksamkeit auf sich gezogen, indem sie die Urformen gegenwärtiger Arten bieten und die Dämmerung eines Zustandes andeuten, welcher der Fauna gegenwärtiger Zeiten entspricht. Von diesen alten Formen sind 50—60 Arten bestimmt worden, von denen die meisten zu einer Abtheilung der Ordnung der Pachydermen oder Dickhäuter gehören, die jetzt nur durch vier lebende Arten repräsentirt ist, nämlich drei Tapirs und das Daman des Caps. Diese Eintheilung begreift die meisten sogenannten theroidischen Thiere, die von Geologen so oft erwähnt werden und wovon das Palaeotherium am meisten charakteristisch war. Der Raum

Fig. 44. Form des Palaeotherium.

erlaubt hier nicht eine Aufzählung der Säugethiere jener Zeit; wir begrenzen uns auf die hauptsächlichsten Ordnungen. Von Vierhändern (Affen) fanden sich ein oder zwei Exemplare in den oceanischen Lagern Englands; von Beutelthieren drei oder vier; von Handflüglern zwei oder drei Arten Fledermäuse hauptsächlich im Gyps des Montmartre; von Insektenfressern eine Art Maulwurf; von Fleischfressern mehre dem Bären, der Hyäne, dem Fuchs, Hund, der Katze, dem Wiesel u. s. w.

verwandte Arten; von Nagethieren zehn oder zwölf mit dem Biber, der Ratte, dem Hasen, Eichhörnchen u. s. w. verwandte Arten; von den Dickhäutern viele Geschlechter und Arten wie Deinotherium, Elephant, Nilpferd, Rhi-

Fig. 45. Form des Deinotherium.

noceros, Pferd, Eber, Tapir und eine Schaar von damit verwandten Thieren; von Wiederkäuern wenige Arten, Hirsch, Reh, Elenthier, Ochse (?) u. s. w.; von Wallfischen eine oder zwei Arten und von Zahnlosen riesenhafte Exemplare, die jetzt nur schwach von dem Ameisenfresser, Faulthier und Armadillo repräsentirt sind.

248. Der Zustand der Erde während der Ablagerung der tertiären Schichten läßt sich aus der Natur der Fossilien, und aus der Bildung des Gesteinmaterials erkennen. In Europa muß ein Theil des festen Landes aus dem Wasser erhoben worden sein, und Inselreihen mit seichten Wassern gebildet haben. Von diesen Inseln und von jetzt versenkten Festlanden müssen große Ströme Sand, Thon und Pflanzentrümmer hinabgeführt und in den Meeren und Mündungen niedergelegt haben, während Kies, Feuersteinkiesel, zerbrochene Korallen und Muscheln sich am Ufer je nach der Oertlichkeit zerstreuten. Solches Material mußte Sand, Thon, Kies, Braunkohle und kalkartiges Trümmergestein bilden, welches Meerreste mit Süßwasser- und Erdresten enthielt, wovon letztere durch die Flüsse hinabgeführt wurden. Mehre Becken zeigen Schichten von bestimmtem Süßwasserursprung, während andere mit eben so bestimmten Meerablagerungen abwechseln. Um diese Erscheinung zu erklären, müssen wir eine noch andere Wirksamkeit annehmen. In den Deltas mehrer jetzigen Flüsse, wie im Niger, werden oft Lagunen süßen Wassers von der Verbindung mit den Flußarmen oder mit dem Meere abgeschnitten, und in diesen finden sich viele Tausende von Muschelthieren, Wasserpflanzen, Krokodillen,

Nilpferden und anderen Süßwasser- und amphibischen Thieren. Zu Zeiten wird die Verbindung mit dem Meere erneut, denn meist ist nur eine kleine Scheidewand von Sand oder Schlamm vorhanden und so erhalten die Ablagerungen einen Meercharakter. So kann man die Abwechslung der Meer- nnd Süßwasserschichten leicht erklären, besonders berücksichtigt man den Umstand, daß der Süden Europa's (Centralfrankreich und Alpen) damals ausgedehnten vulkanischen Störungen unterworfen war. So vermögen wir die Zusammensetzung und Bildung tertiärer Schichten zu erklären; bedenken wir den noch ziemlich neuen Ursprung, so ist ihr lockerer Zusammenhang leicht erklärlich. Ferner weisen die Fossilien auf ein heißes Klima hin. Die Länder, welche die Cykadeen, Palmen, Kokosnüsse und Affen der englischen Schichten trugen, und die Mastodons, Elephanten, Rhinoceros, Krokodille und Schildkröten des Pariser Beckens ernährten, mußten ein ähnliches Klima haben, wie gegenwärtig die Tropenländer. Die Braunkohlenlager geben Zeugniß von dem üppigen Pflanzenwuchs, so ungeheure Grasfresser zu ernähren, während die Gegenwart von Vögeln, Insekten und den höheren Ordnungen der Säugethiere auf athmosphärische und andere Lebensbedingungen hinweist, die von den jetzigen nicht sehr verschieden waren. Auch finden wir in den Deltas des Niger und Ganges, in deren dichten Gebüschen, Lagunen und Sümpfen, in deren Rhinocerossen, Elephanten und Krokodillen, eine vollkommene Aehnlichkeit mit den Flußmündungen und seichten Meeren, wovon die tertiären Schichten Europa's bedeckt waren.

249. In ökonomischer Hinsicht bieten die tertiären Schichten bedeutende örtliche Wichtigkeit. Die berühmten Mühlsteine Frankreichs werden aus dem oberen süßwasserkieselartigen Kalkstein von Paris gewonnen; einige Schichten haben auch gut zu polirenden Marmor. Dieser Marmor wird schön durch die zahlreichen in ihm enthaltenen Muscheln und ist gebraucht worden, um die Springbrunnen des Tuileriengartens zu verzieren. Manche Süßwasserkalksteine verwittern schnell, werden zu Mergel und dienen als Dünger; der Crag wird bisweilen zu Baukalk verarbeitet. Pfeifen- und Töpferthon erhält man aus dem Pariser Becken; der Ausdruck plastisch oder Bildnerthon stammt daher (nach dem griechischen Wort für bilden), daß er sich leicht unter den Händen des Töpfers oder des Bildhauers (zu Modellen) verarbeiten läßt. Gyps (Schwefelkalk) im Pariser Becken wird gebrannt, gepulvert und mit Wasser geknetet und bildet das allbekannte zu Bildwerken, Formen u. s. w. be-

nutzte Material. Gyps ist auch als oberer Dünger angewandt worden, weil er flüchtige Theile des organischen Mistes am Entweichen hindert. Braunkohle, als gutes Brennmaterial findet sich häufig an verschiedenen Orten, in England selten. Bernstein kommt unter Braunkohlen vor und scheint eine harzige oder gummige Ausschwitzung aus den Bäumen zu sein, unter denen er sich findet.

Theroidische Thiere, (v. griech. Wort für Thier), solche Thiere, deren anatomischer Bau und deren Gewohnheiten noch nicht zur Genüge dargethan sind. Die einzelnen Thiere bezeichnet man, indem man ein Adjektiv vor Therium setzt, welches den Eigenschaften entspricht oder den Namen des Entdeckers oder des Ortes der Entdeckung anführt, z. B. deinotherium (furchtbares Thier;) megatherium (großes Thier;) palaeotherium (altes Thier;) anthracotherium (unter Kohlen gefundenes Thier); anoplotherium (unbewaffnetes Thier); elasmotherium (Thier mit blätterigen Zähnen); sivatherium (in der Sivakette des Himalayah gefundenes Thier); u. s. w. Obgleich die meisten dieser Thiere in den tertiären Schichten sich vorfinden, scheint es doch, daß mehre z. B. megatherium diese Zeit überlebten, und noch lange nach dem Anfang der gegenwärtigen Periode vorhanden waren.

Anhäufungen der Oberfläche.

250. Nach der Niederlagerung der tertiären Schichten fand sich eine große Veränderung in der Vertheilung von Land und Meer auf der Erde. Die größten Theile Europa's, Amerika's und anderer Festlande erhoben sich über die Wasser; andere Gegenden scheinen versunken zu sein, und es bildete sich eine Anordnung der physischen Zustände, die von der jetzt vorhandenen nicht sehr verschieden war. Allein diese neuen Zustände hielten keinen Augenblick die hinsichtlich der Höhen erniedrigende und fortschwemmende Kraft des Wassers, die Verwitterung in der Atmosphäre, die vulkanischen Störungen oder die Entwicklung organischen Lebens auf; dieselben wirkenden Kräfte, die früher vorhanden waren, wirkten weiter und waren nur in Kraft und Anordnung verschieden. Anhäufungen von Sand, Kies, Thon, Pflanzen- und Thierstoffen fanden sich über früheren Ablagerungen — jeder Fluß, See, Strand, Muschelbank, Korallenriff und Torfmoor trug das Seinige bei. So entstand die Anhäufung auf jetziger Oberfläche.

251. Der Ausdruck Anhäufung der Oberfläche wird auf diese lockeren Ansammlungen von Stoffen angewandt, von welcher Art dieselben auch sein mögen, um sie von den tertiären Bildungen zu unterscheiden, in denen Schichtung offenbar ist. Auch nennt man sie posttertiär (nachtertiär), oder auch quaternär (vierte Bildung), oder

auch neue Bildung; die hier gewählte Bezeichnung deutet nur die Lage an; Unterabtheilungen ergeben sich aus der Beschreibung. Die natürlichste Eintheilung wäre folgende:

1. Jetzt noch sich bildende Ablagerungen von gewöhnlichen Ursachen.
2. Ablagerungen von gewöhnlichen, jetzt nicht mehr wirkenden Ursachen.
3. Ablagerungen von außerordentlichen nicht mehr wirkenden Ursachen.

Diese Abtheilung hat so viele Schwierigkeiten, daß man sie nicht wohl brauchen kann. Z. B. es ist oft sehr schwierig, die Ablagerung eines alten Sees zu erkennen, der Knochen von Hirschen, Elenthieren, Elephanten in tertiären Schichten enthält. Wer kann nun noch entscheiden, ob diese Schichtungen unter gewöhnlichen oder außergewöhnlichen Ursachen vor sich gingen? Ferner hat sich angeschwemmter Stoff in manchen Thälern von ihrem Ursprung an bis jetzt aufgehäuft und so ist die älteste wie die neueste Ablagerung von einer lang fortgesetzten und fortschreitenden Wirksamkeit abhängig. Ein Eisberg mit Gesteintrümmern und Blöcken beladen, welcher seinen Inhalt in den Ocean schmelzend niedersinken läßt, ist etwas Gewöhnliches. Würde nun ein solcher Meerboden mit seinem Schlamm, Kies und ungeheuren Blöcken zu trockenem Lande erhoben, so würde der Anschein den Geologen verleiten, die Blöcke u. s. w. vulkanischen Wirkungen zuzuschreiben. Unter diesen Umständen läßt sich für tertiäre Formation keine Klasseneintheilung annehmen, welche Zeit und Art der Bildung zur Grundlage hat; man muß sie der Reihenfolge nach in Bezug auf ihre Zusammensetzungen behandeln oder die bei ihrer Ablagerung wirkenden Kräfte im Auge halten. In dieser Weise ließe sich folgende Ordnung aufstellen:

Trümmer.	Erratische Felsblöcke; dunkler, zäher Thon.
	Knochenführender Kies, sand- und kieselartiger Thon.
	Höhlen mit Knochen, Spalten und Breccia.
Meerbildungen.	Erhobener oder alter Strand, ins Meer versunkene Wälder.
	Meerschlamm, Triebsand, Kiesstrand.
	Ablagerungen und Anhäufungen unter dem Wasser.
Flußbildungen.	Terrassen in Thälern, welche auf einander folgende Wasserflächen anzeigen.
	Thalablagerungen aus Flußsand, Kies, Schlamm u. s. w.
	Deltoidische oder Mündungsablagerungen, alte und jetzt noch fortschreitende.

Mineralische u. chemische Bildungen.	Kalkartige — Kalk, Tuff, Sinter, Travertin, Stalaktit und Stalagmit.
	Kieselartige und alaunartige Ablagerungen von Quellen u. s. w.
	Salz und Schwefelablagerungen von Quellen, Meeren, Vulkanen u. s. w.
	Bituminöse Ausschwitzungen, Pechstein u. s. w.
Organische.	Pflanzliche. Torf, Jungeln, hergeschwemmte Pflanzen
	Thierische. Muschellager, Korallenriffe u. s. w.
	Boden. Früher entstandene Erden mit Beimischung organischer Stoffe.
Vulkanische	Erdbeben. Erhebungen und Versenkungen, verursacht durch Erdbeben.
	Vulkane. Erhebungen und Versenkungen, Ausbrüche und andere Ursachen.
	Entladungen und Anhäufungen von Lava, Schlacken, Staub u. s. w.

Diese Uebersicht begreift alle Massen Stoffe, welche eine Veränderung auf der Erdoberfläche hervorbringen; andere Anhäufungen sind nur sehr beschränkter Art.

Erratische Blöcke.

252. Die Ausdrücke Gruppe erratischer Blöcke, Diluvium, diluviale Anhäufung werden von Geologen auf dicke Massen dunklen Thones angewandt, die über ausgedehnte Gegenden verbreitet liegen und mit zahlreichen Steinblöcken untermischt sind, welche einen abgerundeten und vom Wasser abgeriebenen Anschein haben. In der Bildung dieser Formation findet sich nicht die geringste Regelmäßigkeit, wenn man nicht etwa ausnimmt, daß sie die größte Dicke und Gleichförmigkeit der Zusammensetzung auf Hochebenen, z. B. über Kohlen führenden Schichten, an dem östlichen Ende gewisser Thäler und an der südöstlichen Seite von Höhen zeigt, welche zur sekundären Periode gehören. Der Thon ist gewöhnlich von dunkelblauer Farbe, obgleich er bisweilen röthlich wird. Die Masse zeigt keine Spuren von Blätterigkeit und Schichtung, etwa nur in gewissen Gegenden, wo eine Abtheilung zwischen unterem und oberem Thon sich erkennen läßt; der untere ist alsdann dunkler und fester, der obere heller und vom unteren durch einen röthlichen Streifen getrennt. Läßt man diese unbedeutenderen Unterschiede unbeachtet, so läßt sich das Ganze als eine Decke von festem, dunklem Thon betrachten, von 10—120 Fuß Dicke, voll von Gesteinblöcken und Steingeröll von der Größe eines Eies bis zur Dicke mancher Tonnen. Diese

Blöcke liegen auf dem Boden, in der Mitte und an der Oberfläche der Masse, ohne in ihrer Anordnung auf das Gesetz der Schwere oder ein anderes hinzuweisen. Die Blöcke sind Granit, Syenit, ursprünglicher Grünstein, Gneiß, Glimmerschiefer und anderes krystallinisches Gestein von hartem und dauerhaftem Gefüge. Kalksteinblöcke fanden sich selten und die mehr bröckeligen Gesteine der oberen Bildungen trifft man wenig oder gar nicht an. Dieser Thon mit Blöcken untermischt, ruht gewöhnlich auf den entblößten Rändern der Gesteinformationen. Bisweilen liegen Massen Kies unter ihm; oft enthält er „Nester" oder unregelmäßige Flecken von runden Kieselsteinen.

253. Außer diesen Flecken, welche mit dem Thon verwoben sind, finden sich unabhängige Anhäufungen von Kies- und Schuttmassen von Gesteinstücken, welche zugleich mit jenem Thon (Boulder- oder Blockthon) durch dieselben Kräfte entstanden zu sein scheinen. In Großbritannien nehmen solche Anhäufungen gewöhnlich das östliche Ende langer Thäler ein, wo sie sonderbare Reihen flachgipfliger Hügel, aber immer am Rande eines andern Berges bilden; oder sie sammeln sich ohne Ordnung um die östliche Seite der Trapphöhen, welche einen schroffen Abhang nach Westen bilden. Man findet sie meist in offenen Lagen von Thon, als seien sie in ihrem Fortschritt östlich durch Hervorragungen und seichte Becken aufgehalten worden, während der Thon in tiefe, mehr geschütztere Orte geführt wurde. Wie der dunkle Thon entbehren sie organischer Reste; die größeren Steine stammen von primitivem Gestein, welche zwischen Stücken Sandstein, Schieferthon und Kohle der sekundären Bildung liegen.

254. Hinsichtlich des Ursprungs dieser Gruppe sind mannigfache Theorien von Zeit zu Zeit aufgestellt, wovon allein zwei Erwähnung verdienen, da sie ihrem Zweck zu entsprechen scheinen. Nach der erstern würden gewaltige Strömungen über Großbritannien und das nahe Festland hinweggegangen sein; diese Strömungen nahmen einen Lauf von Norden und Nordwesten nach Süden und Südosten und trieben Thon, Sand, Kies und gelöste Felsblöcke vor sich her, welche, als die Kraft des Wassers nachließ, ohne Ordnung abgelagert wurden. Wie lang die Strömungen dauerten, vermuthen nicht die Theoretiker; wegen der vom Wasser abgeriebenen Ecken der Blöcke muß sie aber eine lange Zeit gedauert haben. Ueber die Richtung ist wenig Zweifel vorhanden, denn 1) Granit und Gneißblöcke, die aus dem Grampiangebirg hergekommen

sein mußten, finden sich in den östlichen Niederungen Schottlands zerstreut; primitives Gestein aus dem Lammermoor- und Cheviotgebirg findet sich in Northumberland; anderes aus dem Cumberlandgebirg in Durham und im Osten Yorkshire's; Steinblöcke aus dem wallisischen Gebirg in der Mitte Englands, vom skandinavischen Gebirg aber finden sich Blöcke in Friesland und Deutschland. 2) Die von Osten nach Westen sich erstreckenden Gebirge haben ohne Ausnahme entblößte westliche Ränder, während die östlichen Seiten mit Kies und Blöcken dicht besäet sind. 3) Manche Anhäufungen von Kies bezeugen, daß sie durch eine Kraft von Nordwesten her angehäuft wurden. 4) Blöcke, die von den Spitzen gewisser Schichten herstammen, sind oft wenige Ellen davon südöstlich unter Geröll und Trümmer niedergelegt; sie bezeugen, daß die fortreißende Kraft von Nordwesten über sie hinging. 5) Die Strömungen wurden durch Höhenreihen in ihrer Richtung verändert, so daß die Wassermasse mit größerer Schnelligkeit die Thäler hinabfuhr, welche zwischen jenen liegen, weßhalb auch die größten Massen von Geröll und Blöcken an den östlichen Enden solcher Thäler liegen. Nun ist zwar kein Zweifel über die Wirkung des Wassers bei der Bildung dieser Anhäufungen oder über die Richtung der Gewässer vorhanden, allein die Schwierigkeit liegt darin, daß man keine Strömung sich stark genug denken kann, um Blöcke von mehren Tonnen Schwere hunderte von Meilen über Höhen und Höhlungen fortzuführen. Man kann diese Theorie gewaltiger Strömungen nicht mit den gegenwärtigen Erscheinungen übereinstimmend machen; gibt man auch den Eintritt einer ungewöhnlichen Wasserflut zu, wodurch die Gewässer des Oceans über das Land sich ergossen, so müßten die Strömungen in ihrer Heftigkeit doch zuletzt nachgelassen haben und die Trümmer mußten sich mehr nach den Gesetzen der Schwere anordnen lassen wie es die Masse von Thon und Blöcken zeigt.

255. Die zweite Theorie setzt voraus, daß die jetzt mit erratischen Blöcken bedeckten Gegenden Europa's nach der Ablagerung der geschichteten Bildungen versenkt wurden; daß diese Versenkung durch eine ungewöhnliche Revolution in den planetarischen Verhältnissen der Erde veranlaßt ward; daß eine Veränderung des Klima und anderer Verhältnisse der Erde damit verbunden war; daß Eisberge und Lavinen sich in den früheren Bergen bildeten, die noch über dem Wasser standen; daß diese Eisberge im Sommer durch Wasser abgelöst, nach Süden durch die Strömungen des Oceans schwammen und schmelzend ihre Bürde von

Blöcken und Geröll eben so fallen ließen, wie es jetzt im nördlichen und südlichen Polarocean von Seefahrern beobachtet wird. Man vermuthet ferner, außerdem auch Gletscher und Lavinen, während die Eisberge die Blöcke in das Meer niederlegten, kiesige Ablagerungen (sogenannte Moränen), in den damaligen Thälern bildeten, wie man etwas Aehnliches jetzt in der Schweiz bemerkt. Man kann Simpson's Bericht über die Ufer der Polarmeere nicht lesen, wo das Eis während des Sommers auf meilenlangen Kiesbänken sich bricht, durch Winde an die Küste getrieben oder durch die Flut angehäuft wird und geschmolzen flach gipfelige Hügelreihen zurückläßt, ohne daß man zugleich auf die Aehnlichkeit dieser Wirkung und der langen sonderbar geformten diluvialen Kieslager aufmerksam wird. Nach dieser Theorie kann man die südöstliche Richtung der Anhäufungen leicht erklären, denn das Polarmeer hat noch immer jene große südliche Strömung dem Aequator zu. Diese Strömung wurde ohne Zweifel durch die Ungleichheiten des Bodens, über welchen es hinwegging, bestimmt. Die Hauptschwierigkeit liegt hier in der Temperaturveränderung des Nordens von Europa. Dies kann nur durch eine Störung der Planetenverhältnisse der Erde erklärt werden.

256. Beide Theorien bieten Schwierigkeiten, und obgleich die letztere am genügendsten die Erscheinungen der erratischen Gruppe erklärt, muß die Vertheilung und Ausdehnung der Oberfläche näher erforscht werden, ehe man darüber entscheiden kann. Gegenwärtig kann man nur die Zusammensetzung des Thones, Kieses und der Blöcke bestimmt angeben; ferner den Lauf der Strömung, welcher sie ablagerte, sowie die Thatsache, daß das Land eine Bildung von Höhen und Thälern hatte, die von der gegenwärtigen nicht sehr verschieden war, und endlich die auffallende Dürftigkeit, wo nicht die gänzliche Abwesenheit organischer Reste. Wird die letztere Theorie angenommen, so ist es leicht begreiflich, daß der weiche Boden des Meeres, als er zu trockenem Lande wieder erhoben wurde, durch die zurückweichenden Wasser durchfurcht wurde; daß sein Schlamm fortgeschwemt ward, aber daß die Blöcke zurückblieben; daß Anhäufungen von schwemmbarem Thon und Kies sich ansammelten, während die tieferen nicht gefüllten Höhlungen, Seen und Moräste bildeten, die erst später durch das nachfolgende Material angefüllt wurden.

Knochenführender Sand und Kies.

257. Am nächsten hinsichtlich des Alters, wenn nicht gleichzeitig mit der beschriebenen Gruppe ist die des knochenführenden Sandes und Thones, der in Zwischenräumen über die Thäler Großbritanniens, das Festland Europa's und der Flußebenen Nordamerika's verbreitet ist. Er heißt knochenführend, weil er Knochen von Elephanten, Nilpferden, Pferden, Bären, Hirschen und andern Thieren enthält, die zu jetzt vorhandenen Arten gehören, aber nicht mehr die Gegenden, wo sie vorkamen, bewohnen. Große Theile von Großbritannien sind mit unregelmäßigen Anhäufungen runder Kiesel und kiesigen Sandes bedeckt, worin man Knochen von Elephanten u. s. w. findet, obgleich keines dieser

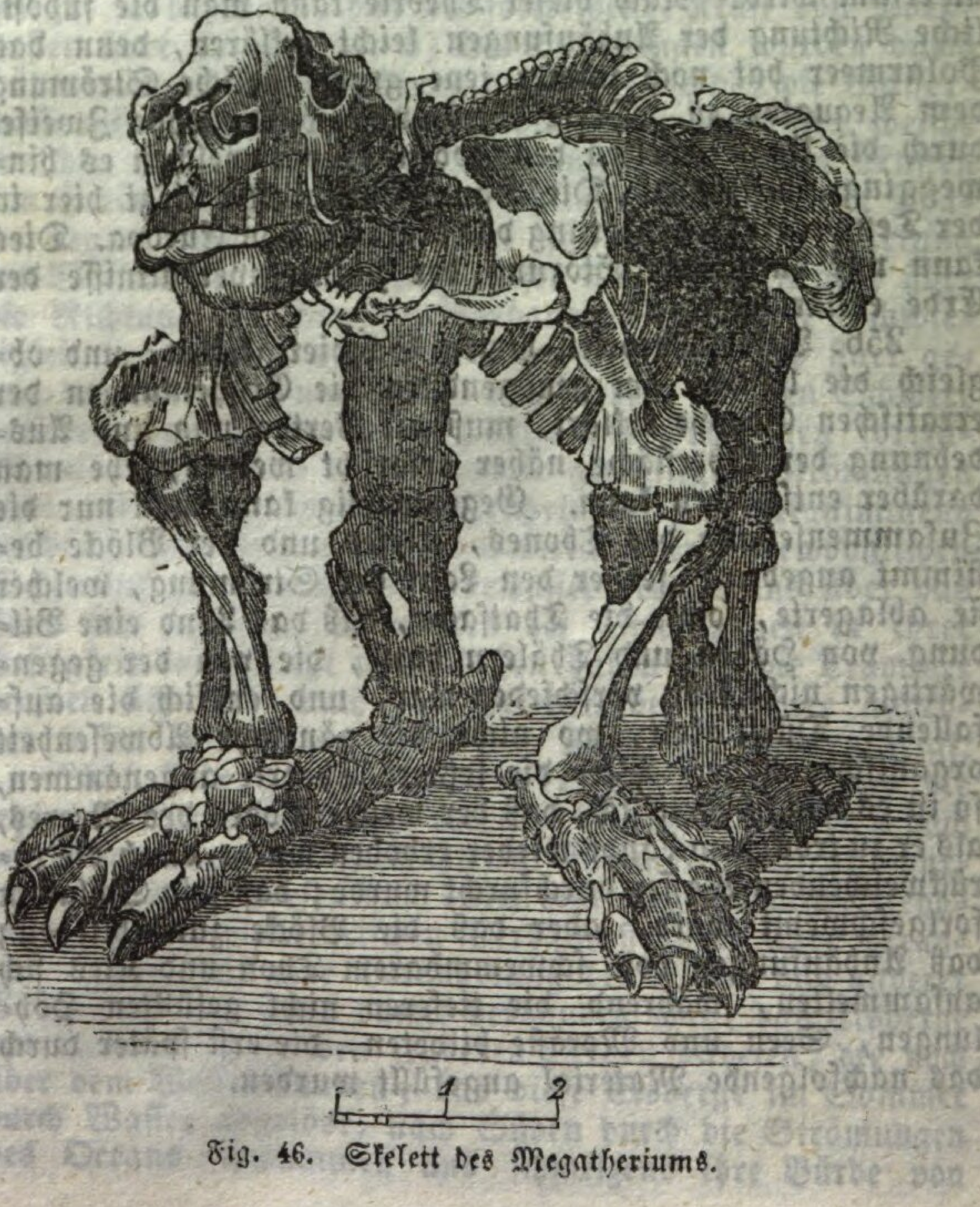


Fig. 46. Skelett des Megatheriums.

Thiere in historischen Zeiten dies Land bewohnte. Ebenso hat man Gerippe von Elephanten und Mammuths im Norden Europa's und in Sibirien, die Knochen des Mammuths, Mastodon und Megatherium entdeckt; sogar unter den Esquimaux der Polarmeere bemerkten Roß und Simpson Schüsseln aus den Stoßzähnen dieser riesenhaften Säugethiere. Weder jetzt noch vor 4000 Jahren hatte eines dieser Länder ein solches Klima, daß es so riesenhafte Grasfresser ernähren konnte, und die Geologen müssen deren Leben, sowie den Kies, welcher sie begrub, auf eine weit entfernte Zeit zurückführen.

258. Die Zusammensetzung und Anhäufung dieses Sandes und Kieses weist auf eine lang fortgesetzte Wirkung des Wassers hin, wodurch die Steinchen abgerundet und geglättet wurden, wie solche, die man jetzt in Flüssen, Seen und an Meerufern findet. Der mineralogische Charakter dieser Kiesel läßt oft genau die Gegend bestimmen, woher sie herbeigeschwemmt wurden; in Großbritannien sind es dieselben Gebirge, woher die Blöcke kamen. Wie die Blöcke stammen die Steinchen meist aus primitivem Gestein, und sind mit sekundärem Sand, Feuersteinen und kittendem Kalk untermischt. Die begrabenen Knochen sind mehr oder weniger mit Eisen oder Kalk geschwängert, härter und schwerer als frische Knochen, aber niemals so versteinert, daß das Knochengefüge dadurch vernichtet wäre: der Kies hat eine leichte Rostfarbe und kann bisweilen nur durch die Neuheit seiner Fossilien oder durch einen Umstand seiner Lage oder Anhäufung von den tertiären Schichten unterschieden werden.

259. Der Ursprung und die Anhäufung dieses knochenführenden Sandes und Kieses ist sehr ungewiß. Mancher ist allein örtlich und wurde durch die Wirkung der Flüsse, die Anhäufung vom Schlamm der Seeen und anderer ausgedehnter seichter Gewässer gebildet; könnte dieser von demjenigen abgesondert werden, der durch eine außergewöhnliche Kraftwirkung gebildet sein muß, so würde die Lösung der Aufgabe sehr erleichtert. Unglücklicher Weise scheint Letzteres eine unüberwindliche Schwierigkeit darzubieten, so daß die Geologen genöthigt sind, alle Reste des knochenführenden Systems in eine Gruppe einzureihen, ohne auf die Kräfte der Anhäufung besondere Rücksicht zu nehmen. Diese Gruppirung ist noch unbestimmter durch die Behauptung einiger ausgezeichneten Geologen geworden, daß knochenführender Kies sich unter dem System der erratischen Blöcke befand, welches dieselben Knochen-

arten wie die oberen Lager enthielt. Wäre dies der Fall, so hätte wahrscheinlich der knochenführende Kies denselben Ursprung wie die erratischen Blöcke von ungewöhnlichen Ursachen, und gehörte zu einer späteren Zeit, wie die tertiäre, und zu einer früheren, wie die jetzige Anordnung der Natur. Vor dieser Epoche, welche wahrscheinlich eine lange Dauer hatte, waren viele der tertiären Arten ausgestorben; andere waren gefolgt und auch diese sind in den Gegenden, wo sie lebten, nicht mehr vorhanden.

Knochenführende Höhlen, Spalten und Breccia.

260. Zu derselben Zeit wie der knochenführende Kies gehören zahlreiche Höhlen und Spalten, die mit den Knochen von Elephanten, Rhinocerossen, Hyänen, Bären, Hirschen und andern Thieren gefüllt sind. Sie finden sich in England, Frankreich, Belgien, Deutschland an den Küsten des Mittelmeeres, in Nordamerika und Australien. Sie liegen fast ausschließlich in dichten Schichten Kalkstein, einem Gestein, welches durch die Wirkung von Quellen und unterirdischen Wässern vorzugsweise zerspalten und abgerieben werden kann. Unter dem Morast dieser alten Höhlen, oder mit kalkartiger Verkrustung bedeckt, liegen die Knochen von Landvierfüßlern vollkommen erhalten und mit vorhandenen Geschlechtern zu vergleichen. „Das Resultat," sagt Phillips, „ist sehr merkwürdig, anstatt einer Menge vorhandener Thiere, die in den früheren Zeiten der Geschichte oder später in diese Spalten fallen konnten, oder sich dorthin flüchteten, oder von Raubthieren dorthin geschleppt wurden, finden wir, daß die größte Zahl Knochen dem Elephanten, Rhinoceros, Nilpferd, Elenthier und der Hyäne angehört, welche mit den Knochen von Ochsen, Rehen und kleineren Thiere hier ununterschieden gemischt sind. Knochenmassen füllen sogar die Spalten und andere Gesteinanhäufungen, und sind mit Kieseln, Schlamm, Bruchstücken von Muscheln u. s. w. untermischt." Solche Anhäufungen heißen Knochenbreccia.

261. Die Zahl knochenführender Höhlen ist sehr groß; wir können hier allein die in England vorkommenden erwähnen. Im Allgemeinen liegen sie auf den Kalksteinabhängen sekundärer Höhen, oder in den Terrassen eines Thales. Im letztern Fall, befinden sie sich stets über dem vorhandenen Grunde des Thales, müssen aber mit den Gewässern in gleicher Fläche gestanden sein, die einst das Thal ausfüllten; die berühmtesten sind: Banwell Cave und Hutton Hole auf den Mendiphöhen, Dream Cavern bei

Wirksworth, Peak Cavern bei Nidderdale, Kents Hole bei Torquay, vor allen aber die Kirkdalehöhle in Yorkshire. Diese wird so beschrieben: „Sie liegt etwa 8 Meilen nördlich von York am nördlichen Rande des Pickeringthales, 30 Fuß über dessen Wassern. Ihr Boden ist weit, in der ganzen bis jetzt erforschten Länge eben (250 Fuß) und beinahe mit der Fläche der Schichtung des korallinischen Oolithes, worin sie vorkömmt, übereinstimmend. Bisweilen ist sie nur 3 — 4 Fuß hoch und von der flachen Lagerung dieses Gesteins bedeckt; an anderen Orten ist ihre Höhe durch offene Spalten vermehrt, die mit der Decke in Verbindung stehen, so daß man sich aufrecht halten kann. Die Breite wechselt von 4—5 Fuß bis zum bloßen Durchgang. An der Mündung, dem Thale zu, findet sich eine große Vorkammer, worin die meisten großen Knochen gefunden wurden. Diese Mündung war mit Steinen, Knochen und Erde verstopft, so daß man die Höhle an einer Seitenöffnung durch einen Steinbruch entdeckte. Als man die Höhle betrat, fand man sie mit Tropfstein bekrustet und eine unregelmäßige Decke von Warzenstein, der sich zu Höckern erhob, lag zu unsern Füßen. Als wir diesen durchbrachen, fanden wir gelbliche Erde von einem Fuß Dicke, die rauher und sandiger im Innern, fein und thonartig nach der Oeffnung zu war. Hauptsächlich im Thon zu jeder Tiefe, von der Oberfläche bis zum Gestein, in der Mitte der warzensteinartigen Rinde lagen, wie Buckland sagte, gleich Taubenflügeln in einer Pastete, Massen Knochen folgender Thiere:

Fleischfresser. Hyäne, Tiger, Bär, Wolf, Fuchs, Wiesel.
Dickhäuter. Elephant, Rhinoceros, Nilpferd, Pferd.
Wiederkäuer. Ochse, drei Hirscharten.
Vögel. Rabe, Taube, Lerche, Eule, Schnepfe.

Zahlreich waren die Hyänenknochen und Zähne. Wahrscheinlich 2—300 Exemplare haben hier ihre Knochen zurückgelassen; auch Ochsenknochen waren sehr zahlreich. Die Elephantenzähne stammten meist von sehr jungen Thieren; die Zähne des Nilpferds und Rhinoceros waren selten, die der Wasserratte sehr zahlreich. Die Knochen waren beinahe sämmtlich gebrochen, jedoch in solcher Weise, daß sie die Wirkung der Hyänenzähne anzeigten und daß sie wie frisch von der Cap-Hyäne benagte Knochen erscheinen. Sie lagen wie Knochen in einem Hundestall durcheinander; die Knochen von Elephanten, Wasserratten, Ochsen, Hirschen waren unter einander gemischt; große Knachen fand man in den engsten

Theilen der Höhle. Die eigenthümlichen Exkremente der Hyäne waren nicht selten; ihre Zähne fand man in Kinnbacken jedes Alters, von dem Milchzahn des jungen Thieres, bis zu alten gänzlich abgenutzten Schneidezähnen; einige Knochen waren in besonderer Weise, wie durch das Trampeln der Thiere, geglättet."

262. Die aus jenen Höhlen zu ziehenden Schlüsse sind folgende: 1) Einige der knochenführenden Höhlen bildeten Lager von Raubthieren, wie Wolf und Hyäne, welche dorthin ihre Beute schleppten und in Ruhe fraßen und die Knochen zurückließen, die dann mit kalkartigen Stoffen bedeckt wurden; 2) andere wurden theilweise dadurch, sowie auch durch eine besondere Ueberschwemmung angefüllt, welche dorthin Knochen und todte Thiere führte; 3) die Spalten wurden ebenfalls dadurch gefüllt, oder durch den Umstand, daß Thiere zufällig hineinfielen; 4) mehre scheinen eine Reihe von Zeitaltern hindurch als Zufluchtsorte verschiedener Thiere gedient zu haben, und selbst noch für den Menschen, denn man findet Reste wilden Menschenlebens in Höhlen, deren Boden mit kalkartigen Krusten, Morast und Knochen von Thieren gefüllt ist, welche dort lebten, bevor der Mensch zum Vorschein kam.

Erratische Blöcke, nach dem Lateinischen eigentlich irrende Blöcke Sie sind von allen Größen; die des Granit, Syenit und primitiven Grünsteins, sind die größten und wiegen oft 10—30 Tonnen. Sie liegen auf der Oberfläche, oder etwas in dieselbe versenkt.

Diluvial, eigentlich der Sündflut (Diluvium) angehörig, bezeichnet bei Geologen eine außerordentliche Wirkung des Wassers, im Gegensatz des Alluvium, welches die Anschwemmung durch die gewöhnliche Wirkung bezeichnet. Colluvium (Zusammengeschwemmtes) wird gebraucht, ohne daß man auf das eine oder das andere Rücksicht nimmt.

Moränen, in der Schweiz Name für längliches Steingeröll, das sich in den Ecken und an der Grundlage der Gletscher findet. Agassiz sagt: Die Gletscher bewegen sich immer weiter, wahrscheinlich, weil Wasser in ihre Spalten dringt, das gefrierend die Masse ausdehnt. Da das Eis so von dem Gestein gelöst und gelockert wird, drückt es durch seine Last allmählig vorwärts. In Folge dieser Bewegung wird Kies und Gestein, welches auf die Gletscher fällt, von den nahen Bergen in länglichen kleinen Höhen oder Moränen abgelagert.

Knochenbreccia, jedes Gestein, das durch Verkittung winkeliger Stücke gebildet wird, heißt nach einem italienischen Wort Breccia, und wird von dem Conglomerat oder eigentlichen Trümmergestein bisweilen dadurch unterschieden, daß die Steine des letztern rundlich und vom Wasser abgerieben, die der Breccia winkelig und scharf sind.

Anhäufungen der Oberfläche — Fortsetzung.

Erhobener Strand — Wälder unter dem Meere.

263. Wo Land und Meer zusammentrifft, bildet letzteres durch die Wirkung seiner Wogen und Strömungen,

bald ein flaches Ufer, welches mit Sand, Kies, Muscheln und andern Meerprodukten bestreut ist. In Meeren mit Ebbe und Flut wird dieser Strand abwechselnd überschwemmt; in Meeren ohne Flut bilden die Wellen und Winde allmählig einen Streifen angeschwemmten Stoffes, so daß in beiden Fällen eine Wellenmark bleibt, über deren Ansicht man sich nicht täuschen kann. Wird das Land erhoben, so bildet dieser Strand eine Terrasse mit Sand, Kies und andern Meertrümmern, die mehr oder weniger mit der neuen Küstenlinie parallel sind; solcher Strand heißt ein alter oder erhobener. Die Erdrinde aber kann ebenso wohl gesenkt wie erhoben werden; obgleich Senkungen wegen der Ueberflutung des Meeres nicht so sehr am Tage liegen, zeigt dennoch die Ebbe an gewissen Orten Baumstümpfe und andere Gegenstände, die auf Land hinweisen, so daß dort früher trockenes Land gewesen sein muß. Erscheinungen dieser Art heißen Wälder im Meer, und werden auf alte Ufer bezogen, indem sie die Versenkungen zeigen, denen die Erdrinde ebenso ausgesetzt ist, wie der Erhebung.

264. Erhobener Strand findet sich an mehren Theilen der Erde; an einigen bildet er eine einfache Terrasse, an andern eine Aufeinanderfolge von mehren. Mehre dieser Strande sind ziemlich neu; in Chili fand sich eine Erhebung 1822, und an der Indusmündung 1819. Oft hängen sie mit Erdbeben und vulkanischen Ausbrüchen zusammen; andere sind älter, obgleich noch in historischer Periode; die meisten aber gehören in die Dämmerung geologischer Zeitrechnung. Dergleichen Beispiele bietet die Küste Schottlands am Forth und Clyde. Eine solche Terrasse von 40—60 Fuß Höhe läuft ziemlich in einer Reihe fort, und enthält die Muscheln einer Menge von vorhandenen Schalthieren. Sie bildet eine Hochebene mit Häfen und eine mit dem jetzigen Ufer ziemlich parallele Begrenzung. An der östlichen Küste finden sich mehre Spuren einer niedrigern Terrasse. Ebenso hat man dergleichen Erhebungen an verschiedenen Punkten der Küsten Englands, Frankreichs, Griechenlands, Portugals, Norwegens, Schwedens und anderer Länder entdeckt; so am Mittelmeer eine Terrasse von 50 Fuß, in Norwegen von 200 Fuß; an der Ostsee finden sich Terrassen mit Meerresten zwischen 50—100 Fuß. Alle diese Beispiele weisen auf Erhebungen des Landes, welche denen entsprechen, wodurch die geschichtete Bildung der Meerablagerungen sich zum trockenen Lande erhob. Die Reste, die man auf einem solchen Strande findet, gehören Arten an, die noch jetzt den Ocean bewohnen, obgleich eine sorgfäl-

tige Untersuchung auch einige ausgestorbene entdeckt. Die höheren Terrassen, wie die Schottlands und Skandinaviens, sind offenbar sehr alt, und können leicht vom oberflächlichen Beobachter, da sie sich in alte Buchten ausdehnen, für tertiären Kies gehalten werden.

265. Ueber den Ursprung versenkter Wälder sind Geologen noch im Zweifel. Einige halten diese Erscheinung für ein Zeugniß der Versenkung, Andere behaupten, daß die Wälder allein auf niedrigen Flächen wuchsen, welche abwechselnd von dem Meere gewonnen und verloren wurden. Im Allgemeinen scheinen jene sogenannten Wälder nur flache Gegenden, die einige Fuß über der Meeresfläche erhoben waren, gewesen zu sein; wurden sie nach einem Sturm oder in der Ebbe bloß gelegt, so bieten sie den Anschein halber Fossilien und Baumstümpfe, deren Wurzeln in einer Schicht dunkelblauen Thons haften, offenbar in dem Boden, worauf sie wuchsen. Diese Stümpfe sind verschieden versteinert und manche mit Schwefeleisen überzogen. Beispiele dieser Art hat man in Schottland und England entdeckt, welche beweisen, daß jenes Land, worauf sie wuchsen, niedersank. Andere glauben, daß die Bäume in niedrigem Alluvialland wuchsen, welches durch Sandhügel und andere Hemmnisse gegen das Meer geschützt war, daß die Wälder eingestürzt wurden, als diese Hemmnisse entfernt waren, und daß die Wurzeln und Stümpfe so dem Ocean ausgesetzt blieben. Letztere Vermuthung hat jedoch weniger Anhänger, da man die Versenkung für ebenso allgemein hält wie die Erhebung. Versenkungen wie die von japanesischen Städten 1596, von Port Royal 1692, von Theilen der portugiesischen und afrikanischen Küste beim Erdbeben 1775, sind Vorkommnisse, denen alle Küsten-Distrikte ausgesetzt waren und bleiben. Die Entdeckung von Muscheln und Stümpfen unter dem Meer ist nicht außerordentlicher wie der Umstand, daß man die Häuser von Port Royal noch nach einem Jahrhundert seit ihrer Versenkung sah.

266. Die Erhebung des Strandes und die Wälder unter dem Meere führen zum Schluß, daß die Erdrinde noch denselben erhebenden und senkenden Kräften ausgesetzt ist, welche bei den früheren Bildungen wirksam waren. Das Ergebniß vorhandener Kräfte ist vielleicht unbedeutend, vergleicht man es mit denen früherer Zeiten, allein es bietet eine Aehnlichkeit. Eine Erhebung von 100 Fuß bringt vielleicht eine niedrige Kiesterrasse hervor, wenn das Land stark gegen das Meer abfällt; wo aber das Was-

ser seicht ist, z. B. in Buchten und in Flußmündungen, kann es Tausende von Aeckern, die aus Schlamm, Thon, Kies und Meerthieren bestehen, trocken legen. So entstände eine neue Bildung, die ebenso charakteristisch, hinsichtlich der Zeit und des Ursprungs, wie die tertiäre sein müßte.

Meeranschwemmung, Triebsand, Kiesufer u. s. w.

267. Unter dem Namen Meeranschwemmung begreift man alle Massen Sand, Thon, Kies u. s. w., die sich noch am Ufer des Oceans anhäufen. Wogen, Fluten und Strömungen sind die Kräfte, wodurch die Sammlung und Anordnung geschieht, obgleich ein großer Theil des Materials durch die Flüsse vom Lande herbeigeführt wird. Es ist jedoch nothwendig, einen geologischen Unterschied zwischen Meer- und Flußmündungen-, Fluß- und Seeablagerungen, so weit es möglich ist, und in Bezug auf die Wirksamkeit zu bilden, welche deren Anordnung vorzugsweise bedingte; nur dadurch vermögen wir die Besonderheit der organischen Reste zu bestimmen, und darnach eine genauere Vorstellung über den Charakter früherer Schöpfungen zu bilden. Am Gestade des Oceans sammelt sich angeschwemmter Stoff, immer mehr oder weniger an, wenig um Vorgebirge und vorspringendes Land, wo die Strömung der Flut gewaltig ist; reichlich in geschützten Buchten. Von der Ausdehnung solcher Anschwemmungen kann man unmöglich eine genaue Angabe machen, da Reisende bisher nur wenig die geologischen Verhältnisse der von ihnen besuchten Länder beachtet haben. Beispiele von solchen Anschwemmungen sind in Großbritannien der Sand von Tentsmoor und Pilmoor zwischen dem Tay und S. Andrews, die Mündung des Humber, die Sümpfe in Lincoln, die Moore von Yarmouth, die Chesilbank bei Portland, und die Flächen von Somerset und Gloucester, an der Mündung des Severn. Zwar sind diese Strecken bisweilen bedeutend, aber nichts im Vergleich mit andern Gegenden. Die Landenge von Suez hat seit Herodots Zeit (jetzt etwa 2500 Jahre) ihre Breite verdoppelt; seit der christlichen Zeitrechnung hat Tehama, eine Landschaft am rothen Meer, sich 6 Meilen seewärts ausgedehnt; Tyrus und Sidon, einst Häfen zur Zeit der Verfassung der heiligen Schrift, liegen jetzt an eine Meile landeinwärts; an 100 Quadratmeilen Hollands und der Niederlande sind unmittelbare Bildungen des Meeres.

268. Triebsand ist mit Meeranschwemmung so genau verbunden, daß beide als eine Ablagerung sich betrachten lassen. Besteht der Stoff hauptsächlich aus Sand

mit zerkleinerten Muscheln, so wird seine Oberfläche, besonders wenn er der Ebbe ausgesetzt wird, so trocken und leicht, daß der Wind ihn ohne Schwierigkeit fortführt. In kleine Erhöhungen und unregelmäßige Hügelreihen geweht, wird ein Theil außer den Bereich der wiederkehrenden Flut gesetzt, und dieser Vorgang, ein Jahr nach dem andern wiederholt, ruft die ausgedehnten Flächen hervor, die durch den Wind in sonderbarer Form zu kleinen Höhen (Dünen) und Höhlungen zusammengeweht werden. Der Same des Sandrohres und anderer Meerpflanzen keimt bald in diesem neu gebildeten Lande und hält es durch seine langen in einander geflochtenen Wurzeln zusammen; andere Arten folgen und so entsteht mit dem Verlauf der Zeit ein Rasen, welcher die Sandmasse gegen Fortwehung schützt. Solche Anhäufungen führen den Namen Triebsand und stammen aus jeder Zeit; einiger ist mehre Zoll dick mit vegetabilischen Boden bedeckt und wird vom Landwirth umgepflügt; anderer ist locker und sogar nur durch die letzte Flut herbeigeschwemmt. Dergleichen Sandstrecken umschließen die Küste jedes Meeres; oft sind sie nur kleine Streifen, oft umfassen sie Tausende von Aeckern. Dieser Sand findet sich stets an großen und kleinen Buchten, wo Landvorsprünge die Strömung der Flut zurückhalten; auch kann man durch künstlich errichtete Vorsprünge in allen Meeren mit Flut dergleichen Sandstreifen erzeugen. Die Schwierigkeit, zu verhindern, daß der Triebsand noch weiter weht und den cultivirten Boden beschädigt, hat eine Menge Versuchungsweisen und Pläne, ihn zurückzuhalten, veranlaßt. Das Sandrohr wird auf den sandigen Ebenen Polens deßhalb regelmäßig gepflanzt, und Lord Palmerston hat dasselbe Verfahren auf einer großen Strecke Dünensand zwischen Ballyshannon und Sligo in Irland mit großem Erfolg angewandt. Die französische Regierung läßt Wälder von Seefichten anlegen, um zu verhindern, daß der Sand der biscayischen Bai an der Garonne fortgeweht wird; in Schottland galt die Zerstörung des Sandrohres auf den Dünen sogar einige Zeit lang als Verbrechen.

269. Kiesufer oder Kiesstrand ist eine Anhäufung vom Wasser abgeriebener Steinchen, die sich an gewissen Theilen der Küste durch die vereinte Wirkung der Wellen und Fluten anhäufen. Man findet sie auf ausgesetzten Küsten, wo der Sand mit feineren Trümmern fortgeschwemmt wird, um in Buchten und an mehr geschützten Orten abgelagert zu werden. Die schlagende Kraft der Wellen in hohen Stürmen ist so gewaltig, daß man Massen Kies 4—12 Fuß

über der gewöhnlichen Flutgrenze findet, so daß der Geolog um die Erklärung verlegen wird, wenn er nicht die Kraft der Wellen, den Verlust an Schwere, welchen Steine, in Wasser versenkt, erleiden, und die sonderbare keilartige Anordnung berücksichtigt, welche die einzelnen Steine unter sich annehmen. Außer der Bewegung vorwärts, welche dergleichen Kies von den Wellen erhält, ist er auch der Wirkung von Seitenströmungen der Flut ausgesetzt; so bewegt sich bisweilen solcher Kies merkbar weiter, und Küstenbewohner nennen dergleichen reisenden Kies. Wo Kies sich in beträchtlicher Höhe oder an Orten vorfindet, die jetzt von dem Meer entfernt liegen, kann man ihn leicht mit diluvianischem Stoff verwechseln. Genauere Beobachtung über die Art der Reste, die er enthält, wird dies Versehen verhindern.

270. Die Fossilien in Meeranschwemmung, Triebsand und Kies gehören sämmtlich vorhandenen Geschlechtern an, obgleich einige Geschlechter vielleicht in Gegenden, wo man sie findet, selten oder ausgestorben sind. Meeranschwemmungen müssen oft so alt sein, wie das Land, wo sie vorhanden sind und dessen Begrenzung durch das Meer; sie müssen wegen der Beschaffenheit ihrer Bildung sowohl Land- wie sie Meerreste enthalten; letztere jedoch herrschen vor. Kaum ist ein einziges Fossil versteinert; mehre haben noch ihren sonstigen Bau; nur wo der Sand bedeutend kalkartig und eisenhaltig ist, findet sich eine Art Verhärtung des Materials, welches die Ablagerung bildet.

Ablagerungen und Anhäufungen im Meere.

271. Ablagerungen im Meere oder unterseeische sind solche, die unter dem Wasser des Meeres stattfinden und dem Einfluß der Küsten nicht ausgesetzt sind. Hiervon weiß man nur sehr wenig, da nur wenige Meere zu dem Zweck, um das Material ihres Bodens kennen zu lernen, mit dem Senkblei untersucht wurden. Wir wissen nur, daß man überall, wo sondirt wurde, Schlamm, Sand, Muscheln, zerbrochene Korallen u. s. w. auffand, die offenbar durch Strömungen unter der Oberfläche niedergelegt wurden, welche durch die Ungleichheiten des Bodens Veränderungen erlitten. Viele dieser Strömungen sind erkannt worden; nach Verhältniß der Gegenden, die sie durchlaufen, oder bei denen sie vorüber kommen, wird wohl auch das Material verschieden sein, das sie auf dem Grunde des Meeres ablagern. Die zwei Polarströmungen, die dem Aequator zueilen, führen Eisberge und Eisfelder mit Ge-

stein und Kies der arktischen und antarktischen Länder mit sich. Der Golfstrom reißt Seekräuter, Thierreste und andere Trümmer der Aequatorialgegenden fort; die Strömung des Mittelmeers in das atlantische lagert die Produkte gemäßigter Zonen in den atlantischen Ocean ab. Alle diese wirkenden Wasserkräfte sind ununterbrochen thätig; Schichten bilden sich im Meere, die, in trockenes Land erhoben, mit manchen Bildungen des sekundären Systemes in Ausdehnung wetteifern könnten.

272. Unterseeische Anhäufungen sind im gelben Meer, welches schnell versandet, im Golf von Mexiko, im caraibischen Meer, in der Nordsee und andern Abtheilungen der Oceane entdeckt worden. Die Nordsee ist nach Stevenson am tiefsten bei Norwegen, wo die Sondirung 190 Faden gibt; die mittlere Tiefe des ganzen Beckens wird aber nicht mehr wie 31 Faden betragen. Ungeheure Bänke durchziehen das Bett dieses Meeres, wovon eine in der Mitte von Firth of Forth sich ungefähr 40 Meilen ausdehnt; andere laufen von Dänemark aus an 30 Meilen nach Nordwesten, und die größte von allen, die Doggersbank, dehnt sich beinahe an 100 Meilen aus. Die Oberfläche dieser ungeheuren Bänke ist einem Fünftel der ganzen Nordsee und einem Drittel von England und Schottland gleich. Im Durchschnitt sind diese Bänke 78 Fuß hoch; die Oberfläche besteht aus feinem kieselartigen Sand mit zerkleinerten Korallen und Muscheln. Was von der Nordsee gilt, gilt auch von andern Meeren; ablagernde Kräfte wirken fortwährend, wenn auch langsam, und legen Material nieder, welches vielleicht später zukünftige Inseln und Festlande bildet.

Terrassen in Thälern.

273. Terrassen in Thälern zeigen, wie die der Seeküste, Oberflächen, welche früher das Wasser zeugte. Letztere werden als das Ergebniß einer Erhebung des Landes betrachtet; erstere mögen zum Theil durch solche Erhebung gebildet sein, theilweise sind sie aber sicherlich dadurch entstanden, daß Flüsse sich einen tieferen Kanal gruben. Terrassen an einer Mündung, oder an einem Fluß, welcher der See zuströmt, lassen sich als ein erhobener Damm betrachten; Terrassen im Binnenland aber, die sich über die Fläche dieser Bucht erheben, verdanken ihren Ursprung ohne Zweifel der Austrocknung von Landseen oder der Vertiefung von Kanälen. Flußterrassen sind gewöhnlich nicht breit, sondern ziehen sich an den Seiten der Thäler hin und sehen von

weitem wie ein Straßendamm aus. Ihre Oberflächen sind oft bis zur beträchtlichen Dicke mit Sand und Kies bedeckt, welche die lange Wirksamkeit des Wassers bei der Erhebung bezeugen. In einigen Thälern finden sich zwei, drei Terrassen über einander (Fig. 47) und bezeichnen die allmählige Abnahme der Höhe der Wasserfläche des Flusses bis zu seiner gegenwärtigen; häufig finden sich einzeln stehende Kieshügel auf der Ebene, von derselben Höhe wie einige der Terrassen, als seien diese Hügel Sand- und Kiesbänke gewesen, während das Wasser eine höhere Fläche einnahm.

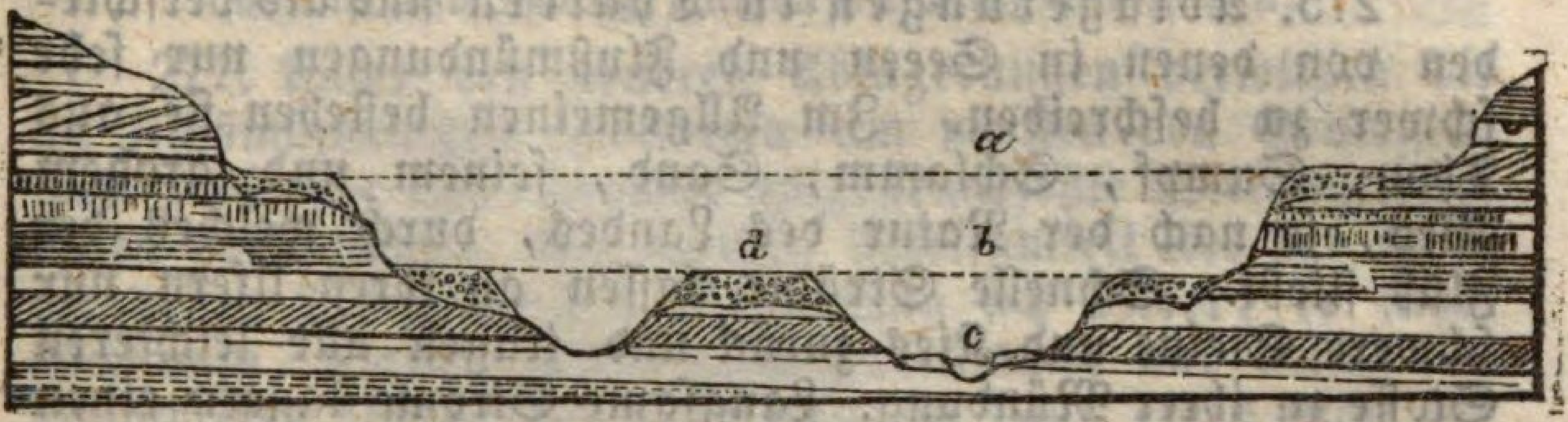


Fig. 47. a Obere Terrasse; b untere Terrasse; c jetziger Fluß; d einzeln stehender Kieshügel von derselben Höhe wie die untere Terrasse.

274. Solche Terrassen findet man ohne Unterschied in allen Theilen von Flußthälern an der Quelle, in der Mitte und an der Mündung des Flusses. Sie sind besonders bei Flüssen gewöhnlich, die von gebirgigen Gegenden herabkommen, aber sogar dann nicht sehr deutlich und bestimmt, wenn das Wasser manche hundert Fuß tiefe Schluchten und Thäler ausgehöhlt hat. Der Grund liegt darin, daß die so steilen Seiten, Bergstürzen u. dergl. ausgesetzt sind, daß die Terrassen allmählig vernichtet werden und das Ufer als einen fortlaufenden Abfall zurücklassen. An den Seiten von eigentlich sogenannten Thälern ist der Fall ein anderer, indem die Terrassen so flach und bestimmt, wie am Tage, wo sie von den Wassern verlassen wurden, zurückblieben. Dieser Anschein könnte das Vorhandensein von alten Seen und andern Wasseranhäufungen von hoher Oberfläche andeuten, die plötzlich ausgetrocknet wurden, als ein Fluß durch dies Becken, welches den See zurückhielt, hindurchdrang. Auch scheinen die meisten Thäler der Art in Großbritannien Seen und Moräste mit hoher Fläche gewesen zu sein, welche vielleicht dadurch entstanden, daß die von ihnen sich ergießenden Wasser allmählig ihre Kanäle vertieften. Dieser natürliche Fortgang findet sich noch in Sümpfen und Seen anderer Länder, und man kann deßhalb leicht begreifen, wie Terrassen, Kiesbänke und andere alte Wassermarken sich bil-

deten, bis die Flüsse sich das tiefste Bett ausgehöhlt hatten, welches von dem Wasserspiegel des Meeres und dem Verhältniß des Landes zu demselben gestattet wurde. Beispiele der Art findet man im Glen Roy und andern Thälern des Tay, Eden, Tyne, Wear, Tees, Ouse und anderer unserer Flüsse. Aehnliche Terrassen oder Bänke dehnen sich an den Ufern der großen nordamerikanischen Seen aus, und beweisen, daß diese Süßwassermeere sich einst über eine noch größere Strecke des Landes verbreiteten.

Ablagerungen in Thälern.

275. Ablagerungen in Thälern sind als verschieden von denen in Seeen und Flußmündungen nur sehr schwer zu beschreiben. Im Allgemeinen bestehen sie aus Thon, Sumpf, Schlamm, Sand, feinem und grobem Kies, je nach der Natur des Landes, durch welches der Fluß fließt. Schnelle Ströme lassen an ihren Ufern nur schwere Steine und Kies zurück und tragen alle leichteren Stoffe zu ihrer Mündung. Langsame Ströme lagern einen großen Theil ihrer Unreinigkeiten in ihren Thälern ab, und bilden so weite Strecken angeschwemmten Bodens im inneren Lande. Alle Flüsse sind jedoch plötzlichen Ueberschwemmungen mit heftigen Strömungen ausgesetzt und reißen dann, während sie in Biegungen ihren Lauf zum Meere fortführen, ihre Ablagerungen ein, häufen Massen von Kies und Steinen an einem Ort an, bilden dort Sandhügel und bedecken wieder das Ganze mit einem Schlammlager. Deßhalb läßt sich die Anhäufung von gewöhnlichen Ablagerungen von den ungewöhnlichen nicht unterscheiden, eben so wenig wie die alten von den neuen. Die meisten unserer Thäler bildeten ferner früher Seeen und Moräste, worin der verschiedenartigste Schlamm abgelagert wurde und es bietet sich somit eine unüberwindliche Schwierigkeit, um zwischen der wirklichen Fluß- und Seeablagerung zu unterscheiden.

276. Macht man keinen zu genauen Unterschied, so lassen sich Flußablagerungen als solche beschreiben, welche in ihrem Material verschiedenartiger und in ihrer Bildung unregelmäßiger sind wie solche, die aus Seeen entstanden. In Seen wird Kies, Sand und Schlamm, je nach der Schwere geschichtet; dagegen ist Kies, Sand und Schlamm in Flüssen durch einander ohne Rücksicht auf die verschiedene Schwere abgelagert. Nichts destoweniger gibt es Thälerablagerungen, die man unmöglich der einen oder der andern zuschreiben kann; der Geolog kann allein die Zusammen-

setzung und die Natur der dort begrabenen organischen Reste beschreiben. Von diesen Anhäufungen sind manche sehr alt und enthalten Knochen des Mammuth, Elenthiers, Hirsches, Pferdes, Ebers, Wolfes und anderer Thiere, die in jenen Ländern jetzt ausgestorben sind; andere Ahäufungen werden noch immer fortgesetzt und verknüpfen die Vergangenheit mit der Gegenwart; andere sind jetzt von der Wirksamkeit, welche sie bildete, weit entfernt, denn die Flüsse haben ihre Kanäle verändert, um anderswo neuere Bildungen niederzulegen.

Deltas und Ablagerungen an Flußmündungen.

277. Unter den neueren Ablagerungen verwirren die an Flußmündungen gebildeten am meisten den Geologen, weil zahlreiche und einander entgegengesetzte Wirkungen bei ihnen vorkommen. Am meisten Wirksamkeit übt der Fluß, an dessen Mündung die Ablagerung sich bildet; er führt Schlamm, Sand, Kies, Pflanzentrümmer und Reste von Landthieren hinab; bei gewöhnlichem Lauf einen nicht berührbaren Schlamm, bei Ueberschwemmungen die verschiedenartigsten Mischungen. Fluß-Deltas, die periodischen Ueberschwemmungen ausgesetzt sind, bilden während der trockenen Jahreszeit niedrige Flächen von Sümpfen, Lagunen, Schlamminseln, welche Gebüsche mit üppigem Wuchs, riesenhafte Reptilien und Amphibien, Muschelbänke und Lager von todten Fischen enthalten. Während der nassen Jahreszeit werden diese Pflanzen und Thiere in die See geschwemmt, oder wo sie sich befanden, durch die vom Strom hinabgeführten Gesteintrümmer, Kies, Sand, Schlamm u. s. w. begraben. Alsdann wieder dringt die See auf Strecken von 2—20 Meilen landeinwärts, legt ihre Trümmer und Reste ihres organischen Lebens dort nieder; folglich findet sich Meerkies ꝛc. und Meerorganismen unter denen, die vom Lande oder vom süßen Wasser herbeigeführt wurden. Man kann also die Verwirrung dieser Ablagerungen leicht begreifen und wird einsehen, daß man nur vorsichtig über die Wirkung absprechen darf, welche irgend eine besondere Ablagerung hervorbrachte. Was jetzt bei Flußmündungen geschieht, geschah auch in früheren Zeiten, und so ergibt sich die Schwierigkeit des Urtheils über Meer- und Süßwasserschichten in tertiären Ablagerungen; über die Vermischung der Meer- und Land-Organismen in der Waldgruppe und über die Verwickelung von Land-, Süßwasser- und Meerprodukten in den kohlenführenden Schichten. Beachtet man diese Thatsachen und erforscht genau die

Bildung neuerer Ablagerungen an Flußmündungen, so kann man die Erscheinungen der älteren Schichtensysteme erklären, die man sonst nicht erkennen würde.

278. Ablagerungen an Flußmündungen bestehen aus unregelmäßigen Lagern Schlamm, Thon, Sand, Kies und Pflanzentrümmern mit Organismen der Erde, des süßen Wassers und des Meeres untermischt. Sind sie zu solcher Masse angehäuft, daß sie trockenes Land bilden, so entstehen angeschwemmte fruchtbare Strecken von flachem und einförmigem Anschein, die der Gesundheit schädlich, aber dem Pflanzenwuchs höchst zuträglich sind. Bei Binnenmeeren, wo die Flut fehlt (z. B. am Mittelmeer, am adriatischen Meer), ist die Wirkung des Stromes vorherrschend; es entstehen Deltas und Bänke, die immer mehr Raum dem Meere abgewinnen; allein bei Meeren mit Flut ist die Wirkung des Meeres auch bedeutend und hilft an der Bildung des Schlammes an der Mündung, oder vertheilt die von den Flüssen hergebrachten Trümmer in weiter Entfernung von den Mündungen über besondere Flächen. Anhäufungen dieser Art bilden sich beinah eben so zahlreich, wie Ströme sich in das Meer ergießen; hier mögen einige der größten angegeben werden. Hierbei muß man einen Hauptunterschied der älteren Bildungen und der von vorhandenen Flußmündungen im Auge halten; unter den ersteren findet sich eine große Gleichförmigkeit, nicht allein in der mineralischen Zusammensetzung, sondern auch in den enthaltenen organischen Resten, woraus eine Gleichförmigkeit des Klima und anderer Verhältnisse der Erde sich ergibt: unter den letzteren haben kaum zwei in Ablagerungen etwas gemein. Der Ganges z. B. führt in seinem Delta die Erzeugnisse der Morgenländer, Palmen, Rohre, baumartige Farnkräuter, Elephantenzähne, Löwen und Tiger; der Nil die wenigen ägyptischen Wasserpflanzen, Krokodille, Kameele und andere Hausthiere; der Niger, das Flußpferd, Rhinoceros, die Giraffe Central-Afrikas; der Missisippi die Fichten, Büffel, Elenthiere und Hirsche des nördlichen Amerikas. Werden dereinst diese Ablagerungen zum trockenen Lande erhoben, so würden ihre Reste dem Beobachter durchaus unähnlich sein, und dennoch wissen wir, daß sie zu einer gemeinschaftlichen Bildungsperiode gehören.

279. Die ausgedehntesten Ablagerungen dieser Klasse sind die des Missisippi und Amazonenstromes in Amerika; des Niger und Nil in Afrika, des Po und der Rhone in Europa; des Ganges und der Ströme des gelben Meeres (chinesischen) in Asien. Das Delta des Missisippi ist durch

Wirkung theils des Flusses, theils des Meeres entstanden, und besteht aus Abwechselungen von blauem und röthlichem Thon mit ungeheuren Anschwemmungen begrabenen Holzes und mit Resten des Büffels, Jaguars, Hirsches, Wolfes, Fuchses und anderer dem Norden Amerika's eigenthümlicher Thiere. Die Flußebene ist 9—14 Meilen breit und dehnt sich an der Mündung um das Dreifache aus. Das ganze Thal, welches sich mehr wie 100 Meilen weit ausdehnt, besteht aus neuer Anschwemmung, die der Fluß stets herbeiführt und ablagert. Am charakteristischen sind die Massen von Bäumen, die jedes Frühjahr herbeigeschwemmt werden, und die nach Capitän Hall eine Art Flechtwerk von mehren Ellen Dicke bilden und sich öfters 50 Meilen weit erstrecken. Ueber das an der Mündung des Amazonenstroms abgelagerte Material haben wir weniger bestimmte Nachrichten. Capitän Sabine aber berichtet, daß die Ablagerung das Meerwasser an 300 englische Meilen weit vom Ufer färbt. Diese Ablagerung wird fortwährend nordwestlich bis an die Mündung des Orinocco geführt, und so entsteht an der Küste Guyana's eine lange Reihe von schlammigen Untiefen, welche die Moräste begrenzen, aber mit der Zeit in trockenes Land verwandelt werden. Obgleich die Deltaablagerungen Europa's bei weitem nicht so riesenhaft sind, haben sie doch sogar in sehr neuer Zeit bedeutende Vergrößerung erlangt. Während der letzten tausend Jahre hat das Delta der Rhone an 1 und 1½ Meilen festes Land gewonnen. „Notre Dame des Ports," sagt Lyell, „war 98 ein Hafen und liegt jetzt eine Viertelmeile vom Ufer entfernt; Psalmodi war 815 eine Insel und ist jetzt ½ Meile von der See entfernt; La Tour des Tignaux 1737 erbaut, liegt schon eine französische Meile vom Ufer entfernt." Im adriatischen Meere hat der Po und andere Ströme so viel Land abgelagert, daß eine ununterbrochene Reihe von neu gebildetem Lande sich vom Golf von Triest bis südlich von Ravenna hin ausdehnt, die in den letzten 2000 Jahren 2½ bis 7 Meilen Breite erlangt hat.

280. In Afrika ist Unterägypten das Geschenk des Nils. Herodot schlägt die Ablagerung dieses Flusses so hoch an, daß derselbe, in das rothe Meer geleitet, letzteres in der Zeit von 10,000 Jahren gänzlich ausfüllen werde. Noch jetzt führt der Nil jährlich eine Masse von Schlamm, Trümmer u. s. w. mit sich, allein die Vermehrung des Deltas wird durch Küstenströmungen verhindert, welche die Ablagerung in andere Theile des Mittelmeers führen. Der Niger zeigt eines der besten Beispiele neue-

rer Deltaablagerungen, und bietet dem Geologen eine bedeutende Erläuterung über die Weise, wird Erd-, Süßwasser- und Meerreste nach der dargestellten Bildung abgelagert werden. Dieses bis jetzt nur unvollkommen untersuchte Delta zieht sich an der Küste auf mehr wie 80 Meilen hin, und hat einen Strand von Seesand, der über seine allgemeine Fläche leicht erhoben ist. Hinter diesem Strand erstreckt sich mehr wie auf 60 Meilen eine ungeheure Ausdehnung von Sümpfen, Mangelbaumgebüsch und Schlamminseln, die von Lagunen, kleinen Meerbuchten und Flußarmen durchschnitten sind. Ueber dieser jährlich mehre Monate lang überschwemmten Strecke finden sich stets neue Ablagerungen von Sand, Thon, Schlamm und Kies, welche die Reste der dort wohnenden Nilpferde, Krokodillen u. s. w. von Landthieren, die der Strom herbeiführt und Millionen von Muscheln begraben, welche die Lagunen bewohnen. Hier herrscht die Wirksamkeit des Salzwassers auf viele Meilen in der trockenen Jahreszeit vor; riesenhafte Amphibien finden sich zu allen Zeiten; Muschellager und Thon bildet sich in Lagunen; Erdthiere werden vom Binnenland herbeigeschwemmt; Gebüsch und Morast ist vorhanden, um Braunkohle zu bilden; Sand, Schlamm und Kies ist vorhanden, um Sandstein und Thonschiefer zu bilden. Sollte jemals das Delta des Niger zum bewohnbaren Lande werden können, so werden sich ähnliche Erscheinungen, wie die tertiärer Formationen, bilden; auch findet sich hier die Beleuchtung oder Bildungsweise der kohlenführenden Schichten.

281. Das Delta des Ganges beträgt nach Rennel bei weitem das Doppelte des Nildelta, denn es umfaßt eine Fläche von nicht weniger wie 10,000 Quadratmeilen. Der in das Meer stoßende Theil besteht aus einem Labyrinth von Strömen und kleinen Bächen, die sämmtlich mit Salzwasser gefüllt sind, bis zum Hauptarme des Flusses. Schon dieser Strich allein (Sunderbund) ist so groß wie Wales; er ist häufigen Veränderungen unterworfen, und wird noch zuletzt die Bai von Bengalen ausfüllen. Die vom Ganges geführte Sand- und Schlammmasse ist so groß, daß die Durchsichtigkeit des Meerwassers erst nach etwa 16 Meilen von der Küste wieder eintritt. So wird nicht allein Sunderbund selbst vergrößert, sondern es entstehen weite Ablagerungen unter dem Meere von 4 — 70 Faden Dicke. Wie Aegypten das Geschenk des Nils war, so läßt sich die große Ebene Chinas als Geschenk des Hoang-Ho und Kiang-Koo und von deren Nebenflüssen betrachten. Dieselben Kräfte, welche die bewohnbare Ebene

deten, sind noch in Wirksamkeit, füllen allmählig das helle Meer aus und verwandeln dessen Becken in trockenes Land. Die Schiffer erzählen, wie ihre Kiele in der Entfernung einiger Meilen vom Lande, einen dünnen Schlamm durchfurchen, und dieser wächst mit jedem Jahr. Staunton fand, daß das Hoangho-Wasser ein halb Procent Schlamm enthielt, und berechnete, daß die ganze Wassermasse des Flusses etwa eine Viertelquadratmeile in festes Land, in 60 Tagen verwandeln könnte.

282. Aus dem Angegebenen erhellt, daß Deltas oder Ablagerungen an Flußmündungen zu den wichtigsten Ursachen gehören, welche die gegenwärtige Bildung von Land und See bedingen; daß sie das Verbindungsglied zwischen jetzt entstehenden Bildungen und denen entfernter Zeiten abgeben; daß sie Erscheinungen zeigen, aus denen man auf den größeren Theil der geschichteten Systeme schließen kann. Ihre organischen Reste sind zahlreich; einige sind zum Theil fossilisch geworden, andere sind nur wenig von frischem Holz u. s. w. verschieden; alle gehören jetzt vorhandenen Thieren und Pflanzen an. Wo der Einfluß der Flut vorherrscht, stammen die Reste vom Meere; wo Flußüberschwemmung vorherrscht, stammen sie vom Lande; andere, wie Austernbänke u. s. w., sind unmittelbar an der Mündung entstanden.

Ablagerungen in Landseen.

283. Ablagerungen in Landseeen sind Anhäufungen in Süßwasserseeen unter der jetzigen Schöpfung. Blickt man auf gewisse Kohlenlager und die Süßwasserablagerungen der Wald- und tertiären Gruppe zurück, so haben wir genügenden Grund zum Schlusse, daß diese Ablagerungen in Landseen oder wenigstens an Flußmündungen statt gefunden haben mußten, wo der Süßwassereinfluß vorherrschend war. Man kann sich keinen Zustand der Erde denken, worin Binnenseeen und Moräste nicht vorhanden gewesen wären, in denen Wasserpflanzen blüheten, Muschelmergel sich bildete und Torfmoor sich anhäufte. Allein die Grenzen dieser alten Ablagerungen sind jetzt vernichtet; der Geolog kann nun noch über die Art und Weise der Anhäufung und über die Natur des Inhalts urtheilen, wenn er sie mit ähnlichen Ablagerungen vergleicht, die jetzt auf der Erdoberfläche stattfinden.

284. Neuere Seeablagerungen bestehen aus Thonschlamm, Sand, Kies, Steingeröll, Mergellager und Torf. Gewöhnlich liegen sie in Ebenen oder Höhlungen zwischen

Höhen. Ein solcher See empfängt die Anschwemmung aus verschiedenen Zuflüssen; seine ruhige Ausdehnung bewirkt eine starke Ablagerung und die Wasser fließen von allem ihrem Schlamm gereinigt, wieder heraus. Diese Ablagerung, an der Mündung der Ströme gesammelt, bildet kleine Delta's, die sich allmählig in den See vorwärts schieben. Wasserpflanzen keimen auf der Oberfläche, und deren jährliche Verwitterung bildet Torflager; Süßwassermuscheln und kalkartige Trümmer von Quellen und Strömen bilden sich an gewissen Orten als Mergel; diese verschiedenen Bildungen füllen zuletzt den See, der eine zuerst sumpfige Fläche bildet, aber allmählig austrocknet und fest wird, so daß man ihn bebauen kann. Ausgefüllte Seeen findet man sowohl in England wie in anderen Theilen der Erde; sie füllen den mittleren Theil unserer Thäler und die regelmäßige Ablagerung läßt sie leicht von denen der Flüsse unterscheiden. Die Ausdehnung solcher Ablagerungen läßt sich noch nicht mit Gewißheit angeben, obgleich der Inhalt der meisten Binnenthäler offenbar daraus besteht. Wahrscheinlich bestehen die Prärien Nordamerika's, die Pampas Südamerika's, die Steppen Europa's und Asiens aus solchen ausgefüllten Seebecken: auch bildet sich noch jetzt beträchtliches angeschwemmtes Land an dem Rande neuerer Seeen, die im Verlauf der Zeit auch sicherlich gefüllt werden. Auch die Flüsse wirken darauf hin, indem sie eine Neigung haben, ihr Bett zu vertiefen; dadurch muß die Fläche des Sees sinken, und der Wuchs von Wasserpflanzen auf seichten Wassern dient weiter dazu, sie auszufüllen.

285. Unter den Stoffen der Seeablagerungen ist Mergel der einzige, welcher Erwähnung verdient. Dieser Stoff läßt sich als der Kalkstein der Anhäufungen auf der Oberfläche betrachten, ebenso wie Kreide, Oolith, Lias, Zechstein, Bergkalkstein, krystallinischer Kalk, die Kalklager früherer Formationen bildet. Er findet sich in verschiedenen Zuständen der Reinheit, vom Mergelthon an, welcher kaum bei Säuren aufbraust, bis zum Muschelmergel, der 80—90 Procent Kalk enthält. Mergelthon z. B. findet sich als weißlich zerreiblicher Thon mit Beimischung von Kalk und bisweilen von Magnesia; der Ausdruck Thonmergel wird angewandt, wenn der Kalkstoff vor dem Thon vorherrscht: Muschelmergel besteht beinah ausschließlich aus Kalk und Süßwassermuscheln mit einer Spur Thon und anderer erdiger Stoffe, und heißt Steinmergel, wenn er durch chemische Verbindung fest geworden ist. Ueber den Ursprung dieser Mergel hat man verschiedene Meinungen, nimmt

aber im Allgemeinen an, daß er aus kalkführenden Quellen entstand, theils auch aus Muscheln und kalkartigen Aussonderungen der die Muscheln bewohnenden Weichthiere. Diese Meinung wird durch die Thatsache bestätigt, daß Mergelthon und Thonmergel sich hauptsächlich unter den Ablagerungen neuerer und älterer Seeen vorfindet, wo kalkführende Quellen häufig sind; daß Muschelmergel beinah ausschließlich aus den Schalen von Weichthieren besteht, wovon mehre Arten noch dieselben Seeen und Sümpfe bewohnen, worin die Ablagerung gefunden wurde. Unter Mergel ist regelmäßig Thon, Torf oder Kies geschichtet; er wird in manchen Thälern Großbritanniens, um als Dünger benutzt zu werden, in alten Seebecken und angeschwemmten Thälern ausgegraben.

286. Die organischen Reste in Ablagerungen von Süßwasserseen sind hauptsächlich Süßwassermuscheln von limnæa, planorbis, paludina, cyclas, mya, cypris, ancylus u. s. w., Knochen, Hörner und andere Reste von Säugethieren, Hirsch, Elenthier, Ochse, Pferd, Bär u. s. w., auch einzelne Vogelgerippe; ferner angeschwemmte Pflanzen, wie Eichen, Fichten, Birken u. s. w., endlich Binsen und andere Pflanzen, die man im Torfmoor findet. Gelegentlich auch trifft man Gerippe von Menschen, Kähne, Schlachtärte u. s. w. von großem Alterthum in englischen Seen. Alle diese Reste gehören noch vorhandenen Thieren und Pflanzen an, obgleich einzelne Geschlechter in Ländern, wo man sie fand, ausgestorben sind, z. B. Elenthier, Eber, Biber in Großbrittanien.

Flußüberschwemmungen, plötzliche Anschwellungen, wodurch sich Flüsse über ihre Ufer erheben und Zerstörung durch ihre Wasser über dieselben hintragen. Man unterscheidet davon noch plötzliche Wasserfluten (im Französischen debacles) mit größerer Heftigkeit, welche jede Hemmung durchbrechen und Gesteine, Fragmente und andere Trümmer weit fortführen.

Durch Reibung des Wassers ausgehöhlte Thäler, Flüsse mit starkem Fall vertiefen stets allmählig ihre Betten; ihre Ufer, allmählig untergraben, fallen in den Strom, bis ihr Abhang eine genügende Festigkeit erlangt hat; allein diese Festigkeit ist nicht bleibend, denn das Bett vertieft sich und ein neuer Fall erfolgt, bis endlich das Thal eine genügende Weite bei sanftem Abhang erlangt hat. Dies sind die durch Reibung des Wassers ausgehöhlten Thäler, im Gegensatz der flachen oder der Flußthäler in Ebenen. Andere Thäler sind durch vulkanische Versenkungen oder Zerreißungen in Schluchten u. s. w. hervorgebracht.

Lagune, ein Ausdruck, der zuerst auf die Buchten und Moräste am adriatischen Meere angewandt wurde, jetzt aber jede ähnliche Ansammlung von Wasser bezeichnet. Sie sind oft beträchtlich tief, meist aber seicht und bewirken schädliche Ausdünstung.

Steppen, der russische Name für weite Ebenen, dasselbe, was in Amerika Prärien und Pampas. Sie werden verschieden eingetheilt, oft nach ihrer Fläche, oft nach ihrer morastigen oder sandigen Beschaffenheit, auch nach ihrem Pflanzenwuchs.

Fortsetzung der Anhäufungen der Oberfläche.

Chemische und mineralische Ablagerungen.

287. Chemische und mineralische Anhäufungen sind alle Ablagerungen von mineralischen, salzigen oder bituminösen Stoffen, welche durch Wirkung von Quellen, durch Verdunstung, Sublimation oder andere chemische Vorgänge entstehen. Diese Produkte sind sehr zahlreich; allein nur wenige bieten einen bemerkenswerthen Einfluß auf die Erdoberfläche. Kalktuff und Kalksinter wird durch Kalk enthaltende Quellen niedergelegt, wie im §. 58 beschrieben wurde. Ersterer, eine poröse, blasenartige Masse, weich, wenn zuerst abgelagert, wird an der Luft verhärtet, so daß er marmor- oder alabasterähnlich wird. Gewöhnlich ist er gelblich weiß und enthält Moose, Zweige, Muscheln, Knochenstücke und andere Trümmer, welche in den Bereich der ihn ablagernden Quellen kamen. Der Kalksinter ist härter, krystallinischer und mehr zusammengekittet wegen der Häute, die täglich zu seiner Masse hinzukamen. Beide finden sich an kalkführenden Quellen, bisweilen in großer Ausdehnung und häufig auf hohen Klippen, denen sie starken Glanz ertheilen. Tropfstein und Warzenstein sind ähnliche Produkte, welche durch das Herabtröpfeln oder Durchsickern des Wassers in Kalkhöhlen hervorgebracht werden. Der erstere besteht aus kohlensaurem Kalk, welcher wie Eiszapfen von den Dächern der Höhlen herabhängt, und wird durch das langsame Herabfallen des kalkartigen Wassers bewirkt; der Warzenstein dagegen ist die Rinde auf dem Boden solcher Höhlen. Bisweilen begegnen sich beide und bilden gleichsam Pfeiler und Gewölbe. Solche Höhlen finden sich in Derbyshire, in Paros und in andern Theilen der Erde, und sind von Reisenden mit Ausdrücken der Entzückung beschrieben worden. Tavertin (nach Tibur benannt), ist eine andere Verkrustung von Kalk, welche in Wassern vorkömmt, die kohlensauren Kalk aufgelöst enthalten. Er findet sich im Anio bei Tibur, in Toskana, bei San Vignone und anderen Theilen Italiens. Er sammelt sich schnell an und bildet nach wenigen Jahren einen vortrefflichen Baustein. Lyell sagt: „Alle vier Monate erhält man einen Fuß Dicke von den Wassern des San Philippo; da die Quellen stark und gleichförmig sind, so läßt sich die Größe der Masse begreifen, die den Hügel eine Viertelmeile weit hinabragt, etwa eine Zwölftelmeile breit und bisweilen 250 Fuß dick ist. Die mögliche, da-

durch zu erreichende Länge ist nicht zu vermuthen, da ein Strom eindringt, welcher den übrigen Kalkstoff ins Meer führt." Tavertin ist ein leichter, poröser oder zusammengekitteter Stein, welcher sich sehr für Gewölbe und andere Bauten eignet, die keine große Last leiden; deßhalb ist er bei der St. Peterskuppel angewandt.

288. Kieselartige und alaunartige Ablagerungen sind von sehr beschränktem Umfang; die in Island vom Geyser erzeugten und die auf den Azoren verdienen allein Beachtung. Auf letzteren kommen die Quellen aus vulkanischem Gestein heraus; am runden Becken der größten Quelle finden sich abwechselnde Ablagerungen von rauhem Sinterkalk und Thon, welche Gräser, Binsen 2c. in verschiedenen Graden der Versteinerung enthalten. Wo das Wasser floß, ist der Sinter acht bis zehn Zoll über dem gewöhnlichen Spiegel des Stromes erhaben. Kräuter und Blätter sind mit einer Kieselkruste umgeben und zeigen verschiedene Grade der Versteinerung; bisweilen ist auch Alaun das versteinernde Material. Holzstücke und eine ganze Ablagerung Binsen ist vollkommen kieselartig geworden; auch eine Breccia bildet sich, die aus Obsidian, Schlacken und Bimsstein besteht, welche durch kieselartigen Sinter verbunden werden. Dieselben Erscheinungen zeigen sich am Geyser in Island und anderen heißen Quellen. Wo Alaun und Kieselerde sich aufgelöst befindet, bringt die Ablagerung eine Mischung hervor, die man Trippel nennt, nach Tripolis in der Berberei, wo eine ähnliche Zusammensetzung aus Kiesel, Alaunerde und Eisenoxyd, zum Poliren gebraucht, erlangt wird. Alle Arten des letzteren Gesteins scheinen jedoch nicht aus derselben Quelle zu stammen, denn Ehrenberg hat entdeckt, daß der feuersteinartige Theil gewisser Arten aus kieseligen Decken von Thierchen bestand. Der Umstand, daß heiße Quellen, welche Kieselerde aufgelöst enthalten, organische Stoffe in Feuerstein verwandeln, indem sie Ablagerungen von Trippel und Sinter bilden, ist für Geologen von großer Wichtigkeit, da man hierdurch einen Fingerzeig enthält, wie der Feuerstein in der Kreide entstand, weßhalb Lager und Klümpchen von Quarz im Kalkstein vorkommen und weßhalb andere Erscheinungen in den geschichteten Systemen sich zeigen.

289. Bituminöse Ausschwitzungen — d. h. Naphthaquellen, Steinöl 2c. — sind in einigen Gegenden sehr häufig, bilden Theilchen von flüssigem Pech, feste Massen Asphalt und schwängern Ablagerungen von Sand,

Thon 2c., so daß dieselben entzündbar werden. Naphtha, das klarste des Bitumens, schwitzt aus der Erde an den Ufern des kaspischen Meeres und anderen Gegenden des Orients. Im Herzogthum Parma findet sich eine Quelle, deren Masse genügend ist zur Bleuchtung von Genua. Gewöhnlich ist es gelb und hat einen eigenthümlichen Geruch. Quellen von Steinöl finden sich in Italien und andern Theilen Europas, in Syrien und Persien, in Birma, in Texas und Barbados; daher der Name Barbadostheer. Es ist bräunlich und dick und mischt sich leicht mit Gestein, so daß die Masse bituminös wird. Der Luft ausgesetzt, wird es leimartig und bildet Mineralpech, z. B. in einem See auf Trinidad und in Texas. Asphalt ist vom Mineralpech dadurch unterschieden, daß er fest und bröckelig ist; man findet ihn am todten Meer, in Trinidad, Barbados u. s. w. Vielleicht stammen diese Produkte aus bituminösem Gestein in der festen Erdrinde, unter der Wirkung unterirdischer Wärme und dringen allmählig durch Spalten auf die Oberfläche. Was auch ihr Ursprung sein mag, die Art ihrer Vermischung mit jetzigen Ablagerungen von Seen und Meeren bietet eine Aehnlichkeit mit den bituminösen Schichten, worin kein Pflanzenwuchs sich erkennen läßt.

290. Der ökonomische Gebrauch von Bitumen ist zu bekannt, um einer Ausführung zu bedürfen. Asphalt wurde von den Alten als Kitt gebraucht, daher der Name (nach dem Griechischen ein Stoff, welcher am Herabgleiten hindert); jetzt braucht man ihn bei Dächern, Trottoirs, Ueberzügen für Wasserbehälter u. s. w. Destillirte Naphtha braucht man als Auflösungsmittel für Gummi elasticum, gelegentlich auch als Lampenöl.

Torfmoore. Jungeln. Vegetabilische Anschwemmungen.

291. Neuere Pflanzenbildungen unterscheidet man gewöhnlich als unterirdische Wälder, Torfmoore, Jungeln und Pflanzenanschwemmungen, obgleich in manchen Fällen kein bestimmter Unterschied gegeben werden kann. Wälder unter dem Meer sind bereits als Zeugniß von Versenkungen erwähnt worden; unterirdische Wälder sind Anhäufungen von Baumstämmen, Zweigen und Wurzeln, welche im inneren Lande vorkommen, und offenbar durch Ueberschwemmungen und nachfolgende Bedeckungen mit Schlamm in niedrigen Gegenden hervorgebracht wurden, worin Wälder üppig grünten. Da aber der folgende Schlamm hauptsächlich aus Wasser und torfbildenden Pflanzen besteht, so lassen sich unterirdische Wälder und Torfmoore, als von derselben

Wirksamkeit erzeugt, betrachten. Man muß jedoch auch beachten, daß Torfmoore von großer Ausdehnung sich in nördlichen Gegenden finden, die gänzlich von Bäumen entblößt sind, so daß jene nur durch den jährlichen Wuchs und Verwesung von Morastpflanzen gebildet wurden. In Bezug auf den Pflanzenstoff, der von tropischen Jungeln herzuleiten wäre, hat man keine genauern Angaben, obgleich der Schluß nach der Aehnlichkeit sich bilden läßt. Dasselbe läßt sich von vegetabilischer Anschwemmung sagen, wovon die erwähnten Baummassen im Missisippi ein auffallendes Beispiel bilden. Man muß deßhalb auf unterirdische Wälder und Torfmoore die Aufmerksamkeit hauptsächlich richten, da diese die ausgedehntesten neueren Pflanzenbildungen sind.

292. Unterirdische Wälder finden sich an jetzt trockenliegenden Flußmündungen, in alten Seen und unter gewöhnlichen Torfmooren. Finden sie sich an Flußmündungen oder in niedrigem, angeschwemmtem Land am Meere, so könnten sie durch Flußüberschwemmungen herbeigeführt scheinen, denn die meisten Zweige und Stämme haben eine solche Lage, daß sie dort nicht gewachsen sein können. Phillips sagt: „Ein sehr interessanter Fall dieser Art zeigte sich vor einigen Jahren, als man einen Kanal zwischen Aire und Calder grub. Zwölf Fuß von der Oberfläche in angeschwemmtem Lande fand man Haselnußbüsche, Wurzeln und Moose, Süßwassermuscheln und Hirschknochen. In einigen Theilen der oberen Ablagerung wurden auch englische Münzen und Ruder ausgegraben. Wo etwas Wasser von dem oberen Magnesiakalkstein in diese Torf- und Muschelablagerung eindrang, entstand im Holze eine Versteinerung, denn die äußere Rinde und das Holz war in kohlensauren Kalk verwandelt, worin der Pflanzenbau sich noch erhalten hatte. In gleicher Weise waren die Nüsse verändert; Schale und Häute waren unverändert, allein der Kern in kohlensauren Kalk verwandelt; er war nicht krystallisirt, sondern behielt noch das besondere Gewebe der frischen Frucht. In diesem besonderen Fall kann man keinen Zweifel hegen, daß die Torfablagerung mit Landmoosen, Haselsträuchen und Süßwassermuscheln angefüllt, vom Wasser fortgerückt und durch feine Ablagerungen vom Fluß und von der Flut bedeckt war.“ Wie es sich mit diesem Beispiel verhält, so verhält es sich mit zahlreichen Anhäufungen von Stämmen, Wurzeln und Zweigen, die man an unsern Flußmündungen und Buchten wie auch an der Ostsee ꝛc. findet. Die meisten sind durch Flüsse und durch Flut hergeschwemmt worden, obgleich einige Wälder in niedrigen Gegenden durch

Meerüberschwemmungen begraben sein können. Wenn unterirdische Wälder unter den Seeablagerungen, oder unter gewöhnlichen Torfmooren vorkommen, so weisen sie auf Ursachen, wodurch die Abtrocknung niedriger, bewaldeter Thäler aufgehalten wurde, so daß die Oberflächen sich mit Wasser bedeckten und durch aufeinanderfolgende Anhäufungen begraben wurden.

293. Torf ist eine natürliche Anhäufung von Pflanzenstoff, der in der Zeit abwechselt; einiger ist vor Kurzem gewachsen, anderer vor vielen tausend Jahren; er zeigt einen Anschein von einer lockeren, faserigen Masse, bis zum dunkeln und festen Stoff, welcher der Braunkohle gleicht. Er bildet sich in allen Sümpfen durch die jährliche Verwitterung von Wasserpflanzen und dringt durch ähnlichen Vorgang in die seichten Seen ein. Die Pflanzen, welche meist seine Zusammensetzung bilden, sind: Moose, Binsen, Schilf und andere morastliebende Familien, die an manchen Lagen mit Heidekraut gekrönt sind, dem De Luc die Erhaltung und Anhäufung anderer vegetabilischer Stoffe zuschreibt. Die Bildungen von Torf sind verschieden eingetheilt, z. B. gemeiner Torf, aus Stämmen, Blättern und Wurzeln von Sumpfpflanzen bestehend; Holztorf, der von Zweigen, Blättern, Stämmen und Wurzeln von Bäumen stammt; Wiesentorf, der bodenartige Torf, welcher moorige Strecken bedeckt; Bergtorf, der die Abhänge von Höhen überzieht, Sumpftorf, der sich an hohlen Orten oder an morastigen Oberflächen ansammelt. Welche Unterschiede man auch stattfinden läßt, so bleiben die hauptsächlichsten seine Bildung bedingenden Thatsachen dieselben; Torf entstand aus zersetzten Pflanzen, die unter gewissen Bildungen und an gewissen Orten angehäuft wurden. Er findet sich in allen gemäßigten und kalten feuchten Klimaten sowohl der nördlichen wie südlichen Halbkugel. Er findet sich in Schottland und England und bildet einen großen Theil der Oberfläche Irlands. Er zeigt sich in großer Ausdehnung in Deutschland, in den Niederlanden, Rußland, Vereinigten Staaten, Canada, Shetland, Island und Falklandsinseln. Die vom Torf eingenommene Oberfläche kann man nicht bestimmt angeben. Einen Begriff von seiner geologischen Wichtigkeit aber kann man sich dadurch bilden, daß ein Torfmoor am Shannon 15 Meilen lang und $^3/_4$ Meile breit ist, und daß ein Moor an der Mündung der Loire beinahe 14 Meilen im Umfang beträgt. Einige schottische Moore hat man bis auf 20 Fuß Tiefe aufgegraben und in Irland sind sie noch zweimal so dick. Man muß jedoch dabei bedenken, daß

etwa die Hälfte des Umfangs aus Wasser besteht, und daß man die Masse durch Zusammendrückung um wenigstens ein Fünftel vermindern kann.

294. Die Bildung des Torfes ist, wie erwähnt, auf große Lagen beschränkt, wo die Temperatur so niedrig ist, daß die Stoffe sich ohne Fäulniß zersetzen können. Deßhalb findet er sich in Sümpfen, an Abhängen mit Quellen und besteht fast allein aus Sumpfpflanzen; ferner in den Becken alter Seen, wo er von Kies, Mergelschlamm bedeckt, und mit erdigen Unreinigkeiten gemischt ist; oder in niedrigen Gegenden, wo der Abfluß der Wasser gehemmt und wo er zum Theil aus den Stämmen, Zweigen und Blättern von Bäumen gebildet wurde, die vor der Ueberschwemmung dort wuchsen. Er vermehrt sich mit ungemeiner Schnelle, und man hat Beispiele, daß 15 Zoll Dicke in 20 Jahren entstanden. Da er leicht und schwammig ist, so besteht mehr als die Hälfte seines Umfangs aus Wasser, und diese Eigenschaft, Feuchtigkeit zurückzuhalten, läßt neue Pflanzen auf der Oberfläche des Moores wachsen, welches sich über die Fläche des abgelaufenen Wassers erhoben hat. Hat sich die Masse zur Genüge aufgehäuft, um aus einem nachgiebigen Morast zum festen Torflager zu werden, so sterben die Morastpflanzen ab und Heidekräuter oder Wiesengräser folgen, und setzen den Vorgang der Anhäufung, wenn auch langsamer, fort. Dies ist die gewöhnliche Art der Torferzeugung; es kann kein Zweifel darüber herrschen, da mehre Anhäufungen sich jetzt noch bilden; nur über die im Torf bisweilen gefundenen Baummassen herrschen verschiedene Meinungen. Aus den mannigfachen Lagen, worin solche Ansammlungen vorkommen, wie auch aus den verschiedenen Stellungen der Stämme erhellet, daß verschiedene Kräfte in der Anhäufung wirksam waren. In Flußthälern scheinen die Bäume herbeigeschwemmt und dann mit Schlamm bedeckt worden zu sein, worauf der Torf sich bildete; im Allgemeinen wuchsen sie aber meist, wo sie vorkommen, und wurden durch natürliche oder künstliche Ursachen niedergeworfen. Wurde z. B. die Abtrocknung eines waldigen Thales verstopft, so daß der Boden morastig wurde, so konnte der Wald nicht mehr wachsen; die Bäume mußten bei geringem Festhalten ihrer Wurzeln im morastigen Boden durch den Wind leicht umgeweht werden; als sie niedergestürzt waren, wuchsen Gräser, Binsen und Sumpfpflanzen durch ihre Zweige, und mußten üppig bei der Nahrung wuchern, welche die vermodernden Bäume ihnen darboten. Das Niederstürzen der Bäume und der rasenartige

Pflanzenwuchs mußte die Abtrocknung noch mehr verhindern, so daß alle Bäume mit der Zeit umfielen und das Ganze ein Morast wurde. In solchem Morasttorf mußten die Pflanzen durch ihren eigenen Moder noch üppiger wuchern, bis sie eine Höhe über der Fläche ihrer Abtrocknung erreichten; alsdann hörte die Anhäufung auf und ein ähnliches Torflager war vollendet, wie man dergleichen in Irland und Schottland findet. Dasselbe Ergebniß mußte sich zeigen, wo die Wälder durch künstliche oder natürliche Mittel zerstört wurden, und an manchen Orten bezeugen die Baumstümpfe, daß sie in einer geologisch nicht fernen Zeit gefällt wurden. Im Torf von Hatfield Chace z. B. fand man römische Münzen und Aexte, letztere sogar noch mit hölzernen Stielen; eine Münze von Gordian fand man 30 Fuß tief im Torflager bei Gröningen; De Luc hat bewiesen, daß jetzt Torfmoore an Stellen des alten hercynischen Waldes und der Ardennen sich vorfinden, als eine Folge des Befehls vom Kaiser Severus, daß alle Wälder in den eroberten Ländern vernichtet werden sollten. Deßhalb muß man die Art, wie die Stämme vorkommen, untersuchen, bevor man über die Art ihrer Ansammlung urtheilt. Sind sie geschnitten und gehauen, so mußten Menschen an der Vernichtung der Wälder Theil gehabt haben; sind sie bloß durchbrochen und sitzen sie an den Wurzeln fest, so müssen natürliche Ursachen allein hier gewirkt haben. Im Allgemeinen sind die kleineren Zweige vermodert und nur der Stamm mit den größeren Theilen und Stücken der Rinde und Wurzel hat sich gut erhalten. Die Bäume sind hauptsächlich Eiche, Föhre, Birke, Esche, Eibe und Weide. Sie liegen meist nach Osten und Nordosten niedergeworfen und haben oft riesenhafte Verhältnisse. Die größere Zahl scheint beträchtliche Verwitterung erlitten zu haben, bevor sie in Torf eingehüllt wurde, und zeigt deutlich, daß nur in Sümpfen und Torfmooren die Baumstämme vor gänzlicher Verwesung geschützt werden konnten, wenn auch ein ganzes Land mit umgestürzten Wäldern bedeckt war.

295. Hinsichtlich des Alters von Torfmooren läßt sich eine ziemlich genaue Vorstellung nach der Natur ihrer Fossilien bilden. Die ältesten wurden gebildet seit Meer und Land seine jetzige Bildung erhielt und seitdem letzteres von den Thieren bevölkert wurde, die es jetzt bewohnen; denn von keinen älteren Thieren haben wir bestimmte Proben wie vom jetzt noch vorhandenen Elenthier, Hirsch, Auerochs, Büffel u. s. w. Der größte Theil europäischer Moore ist von ziemlich neuer Bildung, enthält die Kähne und Skelette

der Ureinwohner, Münzen, Aexte und anderes Geräth der Römer, Knochen, Geweihe und Hörner des Elenthiers, Hirsches und Ochsen und anderer Thiere, womit wir noch vertraut sind. Manche Torfmoore sind gleichsam erst gestern gebildet worden. Der Umsturz eines Waldes durch Sturm in der schottischen Grafschaft Roß in der Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts gab einem Torfmoor die Entstehung, worin nach einem halben Jahrhundert Torf gegraben wurde. Wie alt die Torfmoore aber auch sein mögen, so sind sie interessant durch die schnelle Anhäufung vom Pflanzenwuchs und wegen der vollkommenen Weise, worin ihre Eigenschaft, der Fäulniß entgegenzuwirken, die Reste des Menschen und der jetzigen Thiere erhalten hat. Durch die ungeheure Masse Bäume, die sie enthalten, werden wir an eine Zeit erinnert, worin Großbritannien mit riesenhaften Wäldern bekleidet war; durch die rohe steinene Art, durch Kähne und Menschengerippe, die in Häute gekleidet waren, werden wir an den Zustand unserer ersten Vorfahren, und durch Münzen, Waffen und anderes Geräth an die Römer, sowie auch an die Mittel erinnert, wodurch ein rohes und barbarisches Land der Civilisation gewonnen wurde.

296. Der ökonomische Gebrauch des Torfes macht ihn zu einem wichtigen Material. In rechtwinkelige Stücke geschnitten und durch die Sommerhitze getrocknet, bildet er in manchen Gegenden die hauptsächlichste Feuerung, nicht allein zu häuslichen Zwecken, sondern auch zum Brauen, Branntweinbrennen u. s. w. Um das Trocknen zu befördern, wird das Wasser bisweilen durch eine Maschine herausgepreßt, die auch das Material fester und dauerhafter im Feuer macht. Gelegentlich wird der Torf auch verkohlt, um ihn zu einem passenderen Ersatz für Steinkohle oder Coaks beim Eisenschmelzen u. s. w. zu machen; auch hat man Versuche gemacht, Gerbestoff aus der Masse zu ziehen, um denselben bei der Lederbereitung zu gebrauchen. Torfasche gibt einen trefflichen Dünger für gewisse Bodenarten und wird jetzt in ausgedehnter Weise beim neueren Ackerbau gebraucht.

Muschellager, Korallenriffe u. s. w.

297. Die thierischen Anhäufungen der Gegenwart lassen sich hauptsächlich in die Reste von Schalthieren und Korallenthieren eintheilen. Allerdings werden die Reste von Fischen, Insekten, Vögeln und Säugethieren in den jetzt gebildeten Ablagerungen regelmäßig begraben; in Bezug auf die Masse sind dieselben aber zu unbedeutend, um eine

besondere Ablagerung zu bilden. Solche Reste dürfen jedoch nicht übersehen werden, und können in Zukunft den Zustand der Erde ebenso andeuten, wie wir aus den Fossilien älterer Bildungen deren Charakter erklären. Außer der allmähligen Begrabung von Organismen, die im gewöhnlichen Laufe der Natur stattfindet, finden sich auch außerordentliche Ursachen, wodurch Hunderte und Tausende lebendiger Wesen zerstört und begraben werden. Die Verheerung von volkreichen Städten durch Erdbeben, die Vernichtung von Heerden durch dieselben Naturerscheinungen oder Flußüberschwemmungen, der Tod von Muschelbänken durch Gase unter dem Meer, das Ertrinken von Zügen der Heuschrecken u. dgl. bildet sonderbare Erscheinungen in den Anhäufungen, worin die Thiere begraben werden; man muß hiernach besondere Anhäufungen von Fossilien in älteren Schichten erklären.

298. **Muschelbänke** sind Anhäufungen von todten und lebendigen Muschelthieren unter dem Wasser und am Ufer der Meere und Seeen. Todte oder angeschwemmte Muscheln werden durch Flut und andere Strömungen über gewisse Orte zerstreut; Süßwasserarten finden sich in Seeen, die Mergellager bilden; manche Arten bedecken große Strecken auf dem Boden des Meeres. Todte Muscheln werden so ohne Unterschied vermischt; Arten, welche ganz verschiedene Orte bewohnen und entgegengesetzte Charaktere besitzen, finden sich in derselben Masse. Ganz anders ist die Ordnung lebendiger Muscheln, hauptsächlich derer, welche in Heerden leben, wie die Auster, die Strahlmuschel. Diese leben in Lagern oder Familien; ihr Wuchs und ihre Anhäufung scheint von der Tiefe, von den Umständen des Bodens und der Nahrung eben so abzuhängen, wie Landthiere durch Klima und andere Lebensbedingungen bedingt werden. So leben Strahlmuscheln gern auf dem morastigen Boden vor Flüßmündungen, während die Auster in einer nicht großen Tiefe auf dem Meerboden lebt, und Meilen bedeckt, indem sie jeden andern Ort vermeidet. Werden dergleichen Flußanschwemmungen abgetrocknet, so könnte man dort eben so wohl Muschelschichten vorfinden, wie Schichten von Muschelkalk in den unteren kohlenführenden Schichten, im neuen rothen Sandstein und in anderen Gesteinbildungen. Dies ist auch der Fall: jene Muschellager zeigen sich in manchen Flnßanschwemmungen theilweise in Mergel und Kalkstein verwandelt, und bieten an erhobenem Strand ohne Zweifel die interessantesten Erscheinungen.

299. **Ein Unterschied in der Lage alter und**

neuer Muschelablagerungen muß jedoch beachtet werden. Man hat beobachtet, daß verschiedene Arten Weichthiere in verschiedenen Tiefen leben, und gleichsam Gürtel von Meerleben ebenso bilden, wie besondere Pflanzen auf den Seiten der Höhen. Durch diese Vertheilung gehören gewisse Familien den Küsten an; andere leben in Tiefen von 100 — 600 Fuß, wenige oder keine finden sich in 1000 Fuß Wasser. Um dies allgemein auszudrücken, werden Schalthiere durch Tiefe, Natur des Meergrundes und durch Strömungen unter der Meeresfläche und ihrer Verbreitung bestimmt; die Zahl der Familien ist in seichten Wassern am stärksten, vermindert sich im Verhältniß des Herabsteigens und sinkt in der Tiefe des Oceans auf Null herab. Eine solche Anordnung entspricht allen unsern Begriffen vom Leben; Muschelthiere können unter dem Druck außerordentlicher Tiefe ohne Licht und Nahrung ebenso wenig leben, wie Pflanzen in der dünnen Atmosphäre der am höchsten liegenden Gegenden. Untersucht man aber die Erdrinde, so findet man Schichten von Muscheln, die ganz oder theilweise mit vielen 1000 Fuß Gestein bedeckt sind; da nun aber die Thiere dieser Muschellager in solchen Tiefen nicht existiren konnten, so sind wir zu dem Schluß berechtigt, daß diese Muschellager in mäßigen Tiefen entstanden, daß der Meergrund alsdann sank, und die Ablagerungen erhielt, woraus die oberen Schichten gebildet sind. Schichten ohne Organismen beweisen deßhalb noch nicht, daß ein Meerleben zur Zeit ihrer Bildung nicht vorhanden war; sie können in so großen Tiefen gebildet worden sein, daß sie die Vermischung von Muschelresten mit ihrem Material ausschlossen.

300. Korallenriffe (in den §§. 85 und 86 schon erwähnt) sind hauptsächlich das Produkt des Korallenthierchens, und beweisen durch ihre Größe und Ausdehnung die Gewalt organischer Wirksamkeit in Veränderung der Form und des Gefüges der Erdrinde. Wie die Sumpfpflanzen durch Wuchs und Absterben den Torfmoor bilden, so verschwindet ein Geschlecht der Korallen nach dem andern, und jedes läßt ein steiniges Skelett zum Weiterbau nachfolgender zurück, welches wieder neuern Geschlechtern weicht. Nach Ehrenberg läßt sich das Korallenthierchen nur als eine aussondernde Haut betrachten, welche die Kraft besitzt, Kalkstoff aus dem Meere abzusondern, und sich dadurch ein inneres festes Skelett von kohlensaurem Kalk zu erbauen. Um und in den strahlförmigen Poren dieses Baues lebt das Thier, und pflanzt sich fort, indem es sich während der

Aussonderung mit den glänzendsten Farben ausdehnt, und sich in die Poren zurückzieht, sobald es Gefahr besorgt. Die weichen Theile zeigen in der See die schönsten Farben (scharlach, blau und gelb), lassen sich aber herausgenommen nur als ein brauner Schleim erkennen, der über dem steinigen Bau klebt. Diese Pflanzenthiere bilden unzählige Schwärme, und haben manche Arten und Unterarten; jede Art führt einen besonders eingerichteten und verzierten Bau aus. Man theilt sie nach ihren äußern Formen ein: in Baum-, Fächer-, Stern-, Gehirn-, Orgelpfeifen-Korallen, welche mit den gleichbedeutenden griechischen Namen Caryophyllia, Mæandrina, Astræa (Fig. 48), Madrepora, Tubipora u. s. w. heißen. Mit den Korallen verhält es sich wie mit Muschelthieren; sie wohnen meist nicht in äußersten Tiefen, sondern führen ihren Bau am Ufer felsiger Inseln und auf den Spitzen von Felsenriffen nicht mehr wie 1—200 Fuß unter dem Meere aus. Die meisten findet man selten unter der Tiefe von 50—60 Fuß, obgleich einzelne Zweige in der Tiefe von 50 und selbst von 100 Faden fortgeführt wurden. Im Allgemeinen scheint das Thier seinen Bau nicht in großer Tiefe beginnen zu können, sondern sich an verhältnißmäßig seichte Punkte, die seiner Entwicklung günstig sind, zu heften.

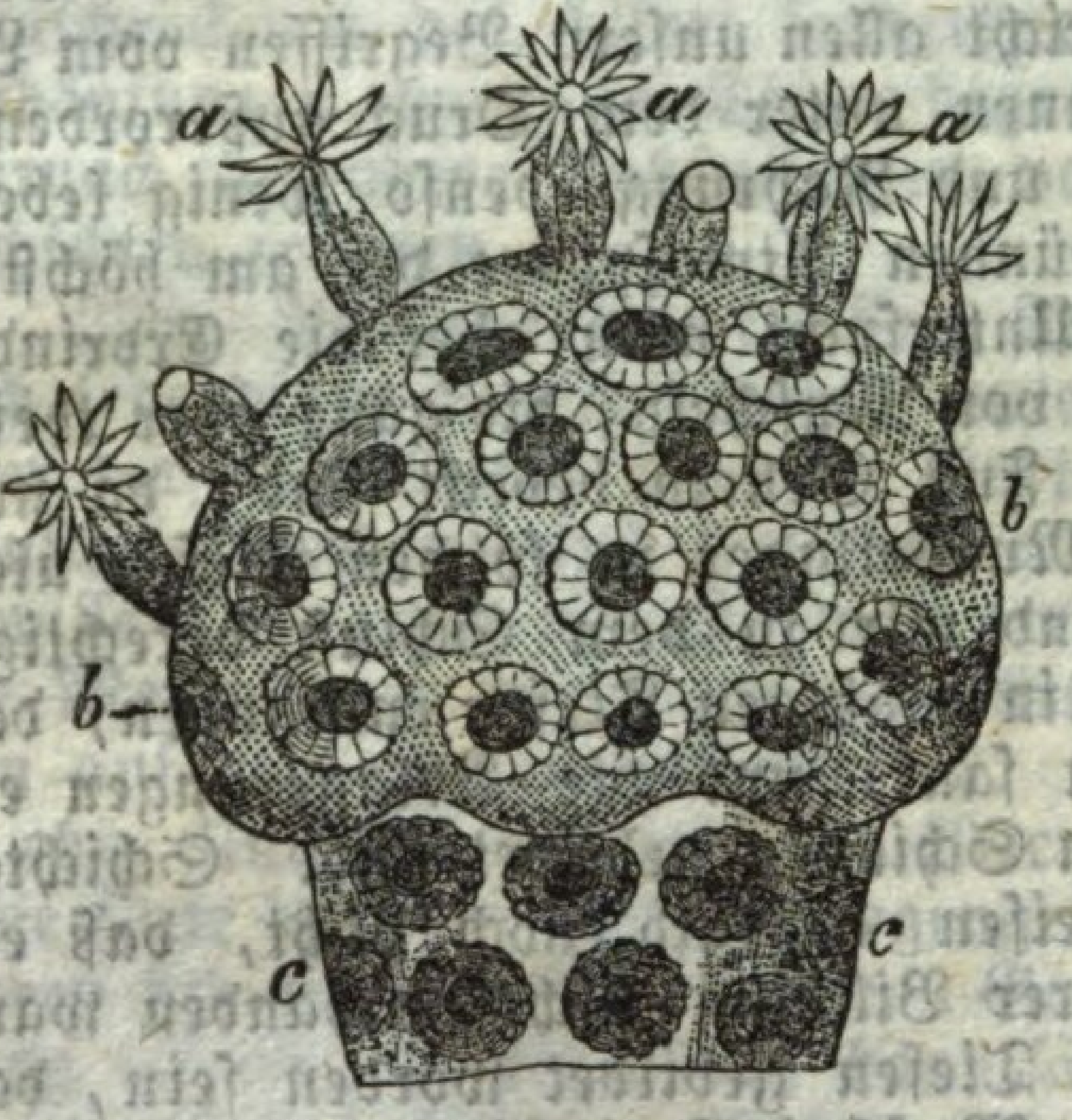


Fig. 48. Masse der Astraea viridis: a a ausgedehnte Polypen; b b Polypen, die sich in ihre Zellen zurückgezogen haben; c c steinige, vom Fleisch nicht bedeckte Masse.

301. Die im Bau begriffenen Korallen beschreibt Hall auf folgende Weise: „Wenn die Flut den Riff auf einige Zeit trocken gelassen hat, so erscheint das ganze als eine harte, rauhe und feste Masse. Erhebt sich die Flut und schlagen die Wellen darüber hin, so kommen die bisher unsichtbaren Thiere aus ihren Löchern hervor. Sie zeigen eine solche Mannigfaltigkeit in Form und Größe und eine so wunderbare Zahl, daß die ganze Oberfläche des Felsens in Bewegung zu sein scheint. Die gewöhnlichste Form ist die eines Sternes mit Armen, die sich schnell nach allen Rich-

tungen, wahrscheinlich um Nahrung zu suchen, bewegen. Andere sind so schwerfällig, daß man sie für Stücke des Felsens halten könnte und gewöhnlich von dunklerer Farbe. Wird die Koralle ungefähr an der Hochwassergrenze zerbrochen, so ist sie harter, fester Stein; wird aber eine Stelle abgelöst, wo die Flut täglich hinkömmt, so findet man sie voll von Thieren verschiedener Länge und Farbe; einige sind so fein, wie ein Faden, hellgelb oder bisweilen blau. Das Wachsen scheint aufzuhören, wenn das Thier dem Wogenschlag nicht mehr ausgesetzt ist. So erhebt sich ein Riff in der Form eines Blumenkohls, bis der Gipfel auf gleicher Fläche mit der höchsten Flut steht; alsdann kann das Thier nicht weiter und der Riff dehnt sich nicht mehr nach oben aus."

302. Die Zusammensetzung und der Bau der Korallenriffe, obgleich hauptsächlich von den Thieren ausgeführt, entsteht auch durch Anhäufung von allerlei Trümmern, die das Meer herbeiführt. Der Stoff, wie ihn das Thier erzeugt, ist beinah reiner kohlensaurer Kalk und wird allmählig so hart, daß man ihn auf den Südseeinseln zum Bauen braucht. Während seiner Bildung umschließt er jedoch auch Muscheln, angeschwemmte Korallenstücke, Seegräser, Seesterne, und so zeigt das Gestein einen breccienartigen Anschein, welcher dem vom älteren Kalkstein entspricht. Sind Riffe durch Wirkung unterirdischen Feuers erhoben werden, und finden sich dieselben an den Seiten der Höhen, theilweise mit vulkanischem Tuff bedeckt, so erhält der Korallenstein ein spathiges, halbkrystallinisches Aeußere und zeigt somit dem Geologen beinah jede Abstufung des Kalksteins, von der weichen kreidigen Masse an, die erst gestern ausgesondert wurde, bis zum festen Gefüge des primären Marmors.

303. Die Bildung von Koralleninseln geschieht auf folgende Weise: Nachdem die Thiere sich auf einen felsigen Grund, d. h. auf dem Gipfel von Höhen unter dem Meer, befestigt haben, bauen sie aufwärts und nach den Seiten, so daß der Riff bei niedrigem Wasserstande beinah trocken liegt. Alsdann wird das Bauen aufwärts aufgegeben und nach dem Meer hin fortgesetzt, indem die Breite der Grundlage sich mehrt, bis diese Hinzufügung allmählig die Oberfläche erreicht. Jetzt sieht man eine fortlaufende Masse von Kalkstoff, hauptsächlich aus Korallen aber auch mit vielen Muscheln, Stücken von Krustenthieren und anderen von der See herbeigeschwemmten Resten. Wenn sich die Wogen über dieser neuen Erhebung brechen,

werden Stücke abgelöst und höher geworfen, Muschel- und Korallensand wird abgewaschen, und dieser mit Kalkstoff zusammengekittet bildet einen Rücken, der dem Einfluß der Sonne, des Windes und Regens ausgesetzt wird. In diesem Zustande entstehen Risse und Zerklüftungen, neue Stücke werden von den Wogen abgelöst und höher aufgehäuft, ein beständiges Reiben der Stücke erzeugt kalkartigen Sand, der allmählig aufwärts und einwärts getrieben wird, Ungleichheiten ausfüllt und an geschützten Orten einen engen Strand bildet. Auf diesem neuen Gebirg ruhen Seevögel aus, bauen sich Nester und lassen ihre Exkremente zurück. Seegras und andere Meeranschwemmung kömmt hinzu; ein dünner Boden wird gebildet; Samen wird angeschwemmt oder von Vögeln aus Inseln und Festlanden herbeigeführt; Pflanzen entspringen und kleiden nach wenig Jahren die neue Insel in Grün. Verirrte Landvögel lassen sich hier nieder; Insekten und Reptilien werden auf herbeigeschwemmten Bäumen als lebendig oder als Larven und Eier hergeführt; zuletzt erscheint der Mensch und nimmt von dem allmählig anwachsenden Boden Besitz. Eine solche Bildung läßt keine vulkanische Erhebuug voraussetzen. Im stillen Ocean jedoch, wo die Korallenriffe am häufigsten sind, ist vulkanische Thätigkeit vorhanden; einige Gegenden werden erhoben, andere versenkt. So wird eine allmählige Erhebung nicht allein einen Riff schneller entstehen lassen, sondern auch das Thier zwingen, weiter seewärts zu arbeiten, so daß die Masse eine breitere Form annimmt. Eine allmählige Herabdrückung wird einerseits nicht allein die Ausdehnung des Riffs nach Unten vermindern, sondern auch das Thier zwingen senkrecht nach Oben, anstatt nach den Seiten, wie im Falle der Erhebung, zu bauen. Nach der besonderen Form der Korallenriffe müssen sowohl Hebungen wie Senkungen im stillen Ocean vor sich gehen; von ersteren wird dadurch ein deutlicher Beweis geboten, daß alte Riffe sich im Binnenlande und in beträchtlicher Entfernung vom Meere befinden. So findet sich auf Tahiti, einer beinahe gänzlich aus vulkanischem Gestein bestehenden Insel, eine deutliche Schicht fossiler Korallen, und auf Isle de France ein 10 Fuß dickes Lager unter zwei Lavaströmen.

304. Die verschiedenen Formen von Korallenriffen sind nach Stutchbury folgende: 1) kreisrunde, ein Gurt, welcher eine Lagune umringt, die durch einen oder mehre Kanäle mit dem Ocean in Verbindung steht; 2) flache, tafelförmige, unregelmäßig ovale oder runde Massen ohne Kanäle oder Lagunen; 3) längliche, schmale,

lange und enge Höhenreihen oder Inseln, mit durchkreuzenden Kanälen in Zwischenräumen; 4) **hohes Land umkreisende**, welche eine Insel umringen, aber durch einen tiefen concentrischen Kanal von ihr getrennt sind, und mehre Oeffnungen in den Ocean zulassen. Um diese besonderen, im stillen Ocean sehr häufigen Formen zu erklären, hat man verschiedene Vermuthungen, die alle, mehr oder weniger auf der Voraussetzung unterirdischer Bewegungen beruhen, denen diese Gegend ausgesetzt ist. **Erstens.** Cirkelrunde Riffe hält man für begründet auf versenkten Vulkanen, wo alsdann die Ränder der Krater die Grundlage für die Korallen bieten würden und wo dessen innere Tiefe der Krater wäre. Die Koralleninseln des gefährlichen Inselmeeres sind sämmtlich dieser Art und bestehen aus cirkelförmigen Gürteln in der Größe des Ringes von 400 Ellen bis auf eine Viertelmeile, stets mit einer Lagune in der Mitte. Selten sind sie mehr wie 4 oder 6 F. über dem Meer erhoben, fallen plötzlich gegen das Meer ab, das sich auf mehr als 100 Faden vertieft und sind von tiefen Kanälen durchschnitten, welche die Verbindung mit dem Ocean herstellen. Der Boden der Lagune ist oft mit todten Muscheln und Korallenstücken überstreut; bisweilen enthält er kleinere Riffe und erzeugt zahlreiche Korallen, Schwämme und Muschellager. Beiliegende Figur zeigt eine kreisrunde Koralleninsel mit der Lagune.

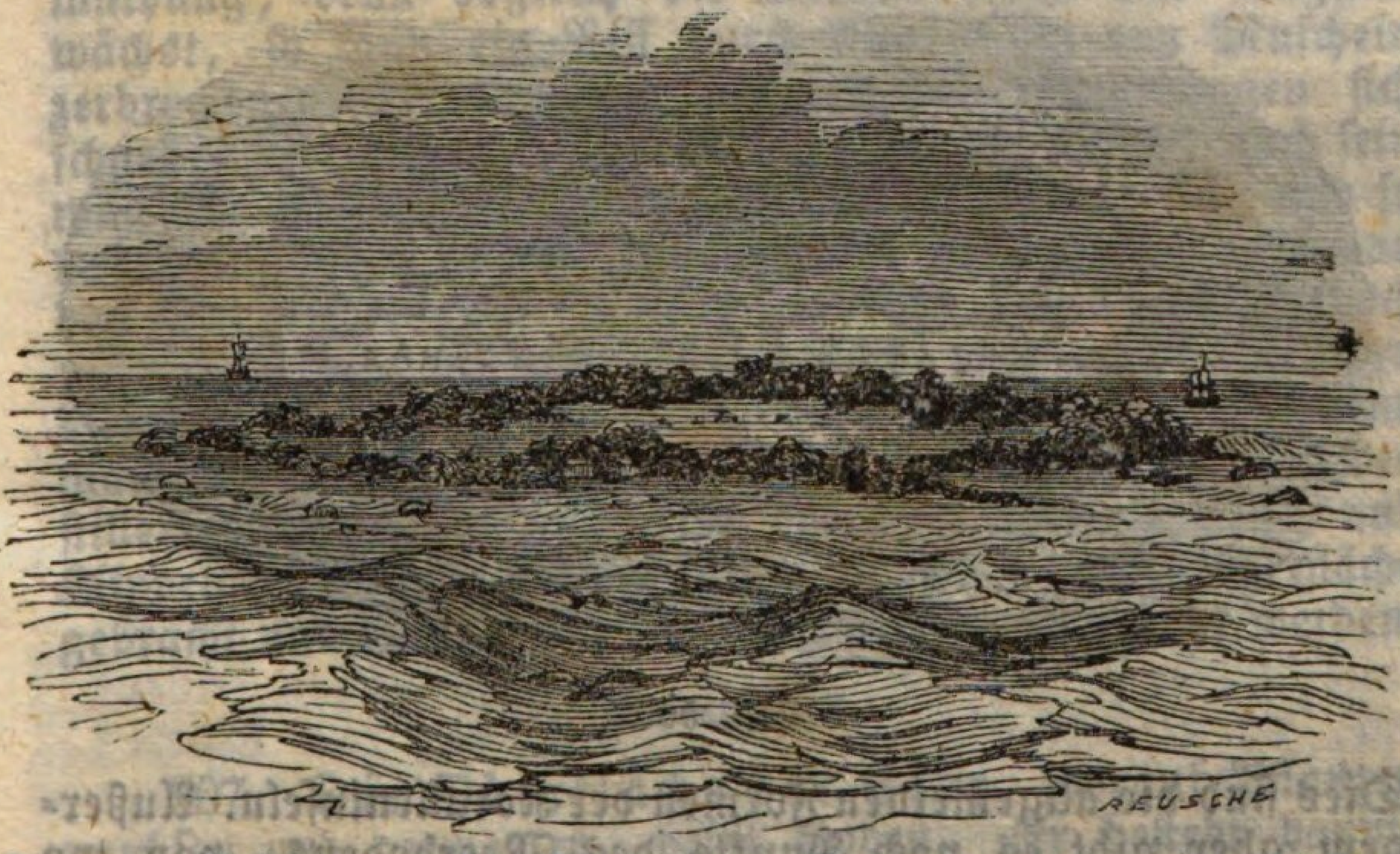


Fig. 49. Ansicht einer Koralleninsel von Weitem, mit der eingeschlossenen Lagune.

Zweitens. Flache, tafelförmig Riffe werden auf einem erhobenen Theile des Meerbodens errichtet. Sie haben keine Lagunen und Kanäle, sondern bilden feste Korallenriffe, die im Verlauf der Zeit mit Sand, Erde und andern Trümmern bedeckt werden. Riffe dieser Art haben oft Schichtungen in ihren Massen, indem Triebsand, Muscheln und so weiter, sich während der Bildung auf der ebenen Oberfläche sich ansetzte. Drittens. Lange, schmale Riffe, die sehr häufig vorkommen, sind offenbar auf unterseeischen Felsenreihen gegründet, welche Senkungen und Unregelmäßigkeiten haben; letztere bilden die Kanäle, wovon sie durchschnitten sind. Flinders beschreibt eine solche im Norden Neuhollands, die nicht weniger wie 90 Meilen beträgt und von keinen Kanälen durchschnitten ist. Viertens. Riffe, die hohes Land umringen aber durch einen niedrigen Kanal davon getrennt, zeigen eine Versenkung von den Inseln an, welche von ihnen umgeben sind. Anfangs müssen sie in Verbindung mit dem Ufer gewesen sein; eine Versenkung muß sie davon getrennt haben, so daß die Wasser sie bedeckten und ein entfernteres Ufer bildeten. In ihrer neuen Lage bauten die Pflanzenthiere aufwärts und bildeten so senkrechte Massen, die durch eine größere oder geringere Wasserfläche vom Lande entfernt sind, je nachdem die Versenkung tiefer war, oder das Land stark oder sanft abfiel. Diese Klasse wird durch die Riffe, welche die Inseln Raiatea und Tahaa umringen, am bestimmtesten dargestellt.

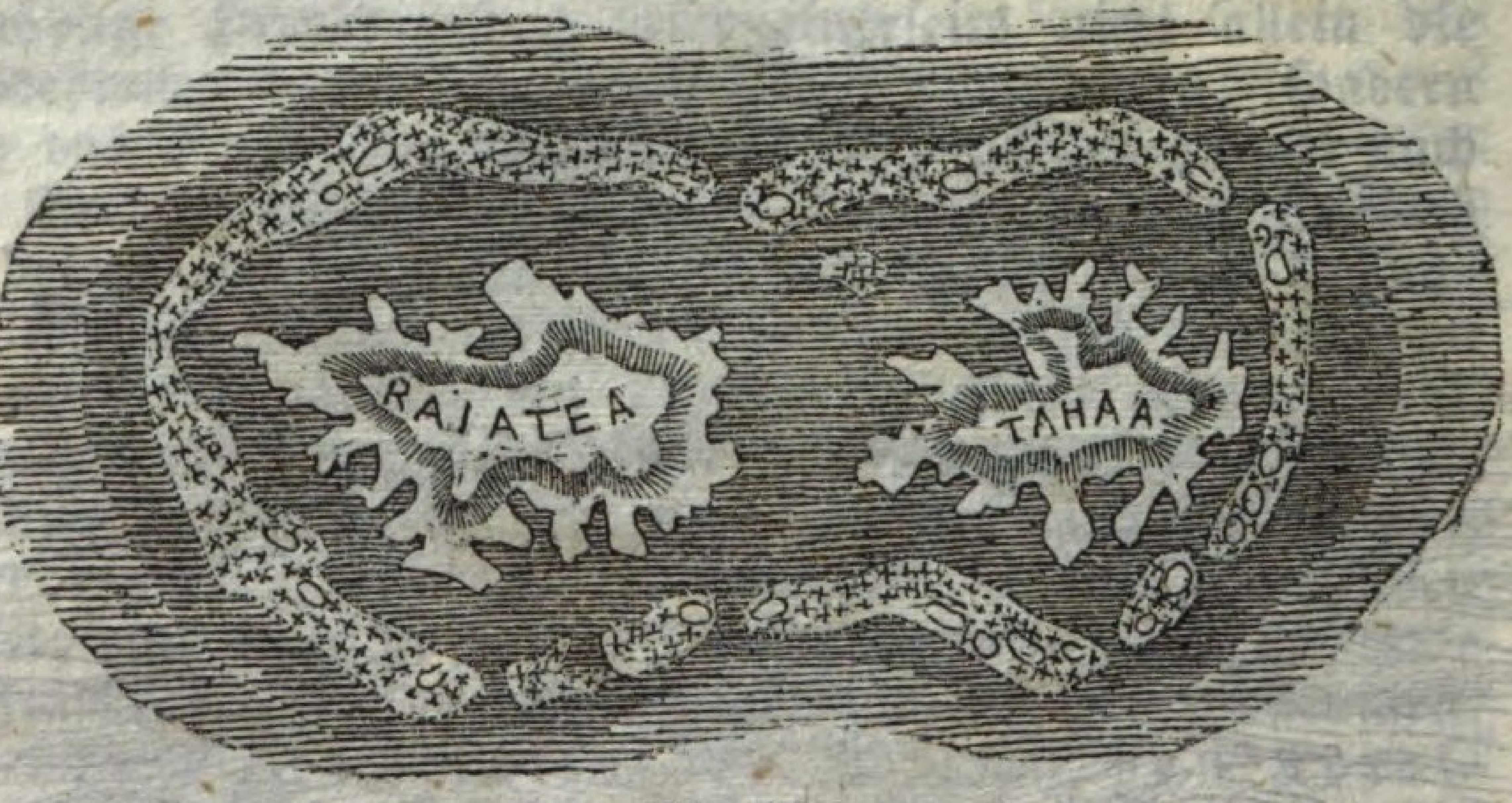


Fig. 50.

Dies sind die allgemeinen Formen der Koralleninseln. Außerdem aber gibt es noch Punkte des Meerbodens, von wo das Thierchen in der unregelmäßigsten und sonderbarsten Weise seinen Bau aufführte.

305. Die Ausdehnung und Größe der Korallenriffe ist so bedeutend, daß man sie mit den älteren Kalkbildungen vergleichen kann. Sie wimmeln im stillen Meer zwischen dem 30. Breitengrad auf jeder Seite des Aequators; der arabische und persische Golf und der indische Ocean zwischen Madagascar und der Küste Malabar sind ebenfalls reichlich damit versehen. In dem großen Riff an der Nordostküste Neuhollands von 300 Meilen Länge konnte Flinders auf 70 Meilen keinen Durchgang finden. Die Dicke der Masse ist verschieden; bisweilen weniger wie 20, bisweilen mehr wie 100 Fuß. Schlägt man die Durchschnittsdicke um 30—40 Fuß an und berücksichtigt man die ungeheure Länge der Ausdehnung von Korallenriffen, so bilden sie eine solche Masse von Kalkstoff, daß sie den älteren Kalksteinbildungen, mit Ausnahme des kohlenführenden Systemes, gleichkommen.

306. Der Wuchs der Korallen ist keineswegs schnell, denn man hat lange versenkte Gegenstände nur mit einer dünnen Kruste bedeckt gefunden. Beechey berichtet von seiner Expedition im stillen Meer, daß er keine bestimmte Nachricht über einen Kanal erhalten konnte, welcher durch Korallen in irgend einer gegebenen Periode gefüllt worden wäre, und daß mehre Riffe länger als ein Jahrhundert dieselbe Tiefe behalten hätten. Andere haben angeschlagen, daß die Vermehrung eines Riffes 4 — 6 Zoll alle hundert Jahre beträgt, allein dies ist nur eine Vermuthung, denn obgleich die Koralle selbst nur langsam wächst, so kann ein Riff durch Anhäufung von Muscheln zerbrochenen Korallen und anderen Anschwemmungen sich schneller vergrößern. Von welcher Art der Wuchs auch sein mag, so geht die Vermehrung unaufhörlich vor sich, und so haben sich Riffe und Inseln im Laufe der Jahrhunderte aus den Wassern des stillen Oceans erhoben. Man muß jedoch nicht Erhebung über die Meeresfläche mit der eigentlichen Vermehrung des korallinischen Stoffes verwechseln, denn man hat Grund zu schließen, daß ungeheure Flächen des stillen Oceans sich allmählig erheben, worauf Riffe und Klippen unter dem Meere fortwährend an dessen Oberfläche gebracht und vorhandene Inseln erweitertund erhöht werden.

Bodenarten.

307. Die Oberfläche der Erde, worauf Pflanzen wuchsen und verwesten, heißt Boden. Er besteht hauptsächlich aus unorganischen Sotffen, d. h. aus Thon, Sand, Kalk u. s. w. Es findet sich kaum ein Theil auf der Erd-

rinde, welcher dieser Bedeckung entbehrte, mit Ausnahme des ewigen Schnees höchster Berge, der Sandwüsten und einer kürzlich gebildeten Sandablagerung am Meerufer. Wie klein auch die Beimischung organischen Stoffes sein mag, so bewirkt deren Gegenwart die Dammerde, unter welcher ein unterer Boden ruht, der solcher Beimischung entbehrt, oder nur sehr wenig enthält und der deßhalb als Thon, Sand, Kies, Kalk oder gemischte Erde angegeben wird. Die Dammerde erfüllt wichtige Zwecke in der Oekonomie der Schöpfung. Ohne sie gäbe es keine Aufeinanderfolge der Pflanzen; ohne eine Aufeinanderfolge von Pflanzen könnten Landthiere nicht leben.

308. Die Bildung des obern Bodens ist leicht zu begreifen; man denke sich einen verschieden gebildeten Strich von Kalk, Sand, Thon und anderen ursprünglichen Erdarten über dem Wasser erhoben; alsdann würde seine Masse bald trocken und fest werden, und müßte Lockerheit erlangen, weil sie abwechselnd der Sonne und dem Regen des Sommers wie dem Frost des Winters ausgesetzt ist. Ueber diese Fläche würden Vögel fliegen und Thiere auf ihr umherschweifen, ihre Exkremente mit der Erde vermischen und ihre Leichname hinzufügen; die Winde würden den Samen der Pflanzen von andern Gegenden herführen; diese würden keimen und einzelne Stellen mit kärglicher Vegetation bekleiden. Moose, Flechten und andere niedere Formen würden sich über Felsen und Kies ausdehnen, das Sandrohr und der Sandhafer über Sand, Binsen und andere Wasserpflanzen über Moräste und Gräser über den reicheren oder fetteren Schlamm. Das jährliche Wachsen und Verwelken dieser Pflanzen würde bald eine Decke von Pflanzenmoder bilden, welcher durch die Exkremente und Leichen der von den Pflanzen sich nährenden Thiere noch mehr befruchtet werden müßte; so müßte zuletzt ein Boden entstehen, welcher die höchsten Pflanzenformen tragen könnte. Eine solche Bildung sehen wir täglich in unserer Nähe, auf natürliche Weise in den Gegenden, welche vom Ackerbau nicht in Anspruch genommen sind, auf künstliche Weise, wo der Dünger die Fruchtbarkeit befördert. Abgesehen von der Nützlichkeit der Dammerde in thierischer oder Pflanzenökonomie ist ihr Boden auch von großer geologischer Bedeutung, da er den Betrag der Erniedrigung von höheren Lagen vermindert, welcher die Erdrinde ausgesetzt ist. Ohne den erhaltenden Einfluß des Rasens, welcher den unteren Boden bedeckt, würde jedes Regenschauer und jeder Strom ungeheure Massen lockeren Materials hinwegschwemmen,

während der lockerste Sand unter einer dünnen Grasdecke gegen Fortführung durchaus gesichert ist.

309. Obgleich der Charakter des Bodens und die Mannigfaltigkeit der Bodenarten mehr in die Theorie des Ackerbaues wie in die Geologie gehört, so mögen hier doch die Unterschiede angeführt werden, welche man in dieser Hinsicht aufzustellen pflegt. Der unorganische Theil der Bodenarten besteht aus sogenannten primitiven Erden: Thon, Kiesel Sand, Kalk und Magnesia, und aus gewissen Salz- und metallischen Zusammensetzungen, wie Küchensalz, Gyps, Soda, Pottasche, Eisen- und Manganoxyd. Der organische Theil besteht aus Pflanzen- und Thierstoff, deren fortschreitende Verwesung in Verbindung mit unorganischen Stoffen, Luft und Wasser, chemische Zusammensetzungen von Kohle, Ammonia, Dammerde u. s. w. bildet, welche sämmtlich zu Vervollkommnung des Pflanzenwuchses nothwendig sind. Sand und Thon sind die Hauptbestandtheile der Bodenarten, und ein Boden heißt sandig, wenn er nicht mehr wie 10 Procent Thon enthält; ein sandiger Lehm hat 10—40 Procent, Thon und Lehm 40 — 70 Procent. Andererseits wenn der Thon 70—85 Procent enthält, heißt er Thonlehm, einer von 85—95 starker Thon; ferner solcher, wo kein Sand gegenwärtig ist, heißt reiner Thon. Dieselbe Art Unterschied wird gemacht, wenn Kalk in beträchtlichem Ueberfluß vorhanden ist; 5 Procent kohlensaurer Kalk bilden Mergel, 20 Procent kalkartigen Boden. Wo der Boden unmittelbar vom unteren Gestein abstammt, hat er Antheil an dessen chemischen Charakter; ist er durch Sandlager, Thon und Kies davon getrennt, so erleidet er bei dem porösen und offenen Gefüge unterliegender Schichten noch einigen Einfluß von demselben durch die Fähigkeit, jene Feuchtigkeit aufzunehmen. So findet sich ein genauer Zusammenhang zwischen Geologie und Ackerbau auf den wir in dem nächsten Abschnitt zurückkommen werden.

Alabaster. Eine weiße, halb durchsichtige Gypsart, ein häufiges und zu kleinen Statuen verarbeitetes Mineral, bei den Alten zu Salbengefäßen gebraucht.

Mineralnaphtha. Von gelblicher Farbe gefunden, farblos nach Destillation, $^3/_4$ specifischer Schwere, bei 160 Grad kochend, scheint reine Wasserkohle zu sein, 36 Theile Kohle und 5 Theile Wasserstoff. Es ist leicht entzündlich und brennt mit weißer, rauchiger Flamme. Eine sehr ähnliche Flüssigkeit läßt sich durch Destillation des Steinkohlentheers erlangen.

Umstürzung von Bäumen. Wie erwähnt, sind die Bäume in brittischen Torfmooren meist nach Osten und Nordosten umgestürzt; auch jetzt noch kommen unsere vorherrschenden Winde aus Westen und Südwesten, vorzugsweise die am meisten zerstörenden.

Korallen. Einige Arten braucht man zum Schmuck, von denen

man rothe und schwarze am meisten schätzt. Der Preis wechselt. Von einigen kostete die Unze an 8—10 Guineen, bei andern das Pfund weniger wie einen Schilling. Fischereien finden sich bei Messina, bei Mayorca und Minorca, an der Provence und in anderen Theilen des Mittelmeers. Große Vorräthe erlangt man vom rothen Meer, vom persischen Meerbusen u. s. w.

Fortsetzung der Anhäufungen auf der Oberfläche.

Erdbeben und Vulkane.

310. Die durch Erdbeben hervorgebrachten Wirkungen in Bezug auf Erhebung und Senkung der Erdrinde sind bereits erwähnt worden; allein die verschiedenen sie begleitenden Resultate verdienen weitere Beachtung. Ein Erdbeben bringt vielleicht eine augenblickliche Wellenbewegung des Bodens hervor, ohne daß ein Resultat bemerkbar wäre; es erhebt sich vielleicht eine Gegend und es sinkt eine andere; es kann mit einer ungeheuren Vernichtung thierischen Lebens und Versenkung von Wäldern begleitet sein; es kann den Lauf der Flüsse verändern und neues Ufer und Meeresstrand hervorbringen; es kann ungeheure Flutwellen erzeugen, welche Trümmer aufhäufen; es kann neue Quellen und Spalten eröffnen, aus welchen durchaus andere Produkte hervorkommen, wie man in der Gegend sonst kannte. Unzählige Beispiele solcher Veränderungen lassen sich anführen; wenige werden die Wichtigkeit dieser geologischen Wirksamkeit darlegen. Das große Erdbeben in Chili erhob 1822 nicht weniger wie 30,000 Quadratmeilen auf mehr als 6 Fuß über die frühere Fläche derselben; ein Theil des Meerbodens wurde mit Austerbänken und anderen Muscheln trocken gelegt; indem die Thiere sämmtlich todt waren und einen schädlichen Dunst aushauchten. 1819 wurde eine Gegend im Delta des Indus, beinahe 14 Meilen lang und 5 breit, um 10 Fuß erhoben; benachbarte Gegenden wurden herabgesenkt und die Fläche des Deltas durchaus geändert. Dasselbe geschah im Missisippithale 1811, welches vom Dorfe Neumadrid bis zur Mündung des Ohio so zerrissen wurde, daß Seeen und Inseln entstanden. Die beinahe vierjährigen Erbeben von Calabrien von Anfang 1783 bis Ende 1786 bewirkten zahlreiche Spalten, Erdfälle, Verwerfungen der Erdrinde, neue Seeen, Schluchten, Schlammströme, Fälle von Seeklippen und andere Veränderungen, welche zusammengenommen, den Geologen eines der schönsten Beispiele der verwickelten Veränderungen einer Reihe von unterirdischen Bewegungen darbieten, die nicht einmal eine große Heftigkeit zeigten. 1743 ward die Stadt Guatimala mit allen Reichthümern und

8000 Familien verschlungen; der Ort wird jetzt durch eine Wüste vier Meilen von der Stadt angezeigt. 1692 erlitt die Stadt Port royal in Jamaika ein ähnliches Unglück; an 1000 Acres in der Nähe wurden 50 Fuß versenkt, die Einwohner mit ihren Häusern und ihren Schiffen im Hafen begraben. Solche Beispiele kann man sogar in Grenzen der historischen Periode unendlich vervielfachen, es sind aber schon genug angegeben worden, um die Veränderungen auf der Oberfläche der Erdkugel seit dem Beginn unserer Zeitrechnung anzudeuten.

311. Vulkanische Kräfte wirken auf ähnliche Weise, da sie Theile der Erdrinde erheben, versenken und zerreißen; Erdbeben und vulkanische Ausbrüche, als bloße unterirdische Bewegungen betrachtet, rufen genau dasselbe Resultat hervor. Eigentliche Vulkane aber wirken noch in anderer geologisch gleich wichtigen Weise. Sie erheben die Erdrinde in lange, fortlaufende Höhenzüge, bilden einzeln stehende Kegel und entladen Anhäufungen von Lava, Schlacken, Asche, lockerem Gestein und anderen vom Feuer erzeugten Trümmern. Dieselben Wirkungen wurden durch die Feuerkräfte zu allen Zeiten hervorgerufen, wie das granitische Gestein der primären und der Trapp der sekundären und tertiären Epoche bezeugt. Vulkanisches Gestein repräsentirt die Feuerprodukte der jetzigen Zeit und ist mit den Anhäufungen der Oberfläche eben so verbunden, wie der ältere Trapp mit den kohlenführenden Schichten, dem Oolith und der Kreide. Granitisches und Trappgestein findet man entweder als durchbrechend oder zwischengeschichtet oder überliegend; dasselbe findet sich beim vulkanischen; das erstere bedeckt ausgedehnte Gegenden und bildet ungeheure Bergreihen; dasselbe gilt von dem letzteren, wie man durch Aufzählung der berühmteren Vulkane zeigen kann. In Europa scheinen drei Mittelpunkte vulkanischer Thätigkeit zu liegen, die der Levante, wozu Aetna und Vesuv gehören, die von Island, welche der Hekla repräsentirt, und die der Azoren. In Asien findet sich ein genügendes Zeugniß von vulkanischer Thätigkeit an den Ufern des Mittelmeeres, des schwarzen und kaspischen Meeres und des persischen Golfes; an den östlichen Grenzen dieses Festlandes findet sich eine Reihe von mehr als 1000 Meilen Länge und 65 Meilen Breite, welche Sumatra, Java, die östlichen Molukken und die Philippinen umfaßt; dieselbe Reihe zieht sich weiter nordwärts auf viele 100 Meilen und endet mit den vulkanischen Kegeln der Aleuten. Die ganze Ausdehnung beider Amerika's ist von einer vulkanischen Reihe durchzogen,

die sich durch Ausbrüche auf der ganzen Linie zeigt, nördlich vom Oregon an durch Mexiko und dann bis zum Feuerlande. Die Inseln des stillen Meeres zeigen ähnliche Kräfte ebenso wie diejenigen, welche Afrika umringen. In den Mittelpunkten vulkanischer Wirkung sind viele Vulkane erloschen, andere scheinen zu schlafen und andere sind thätig.

312. Indem wir Ausbrüche von Vulkanen übergehen, läßt sich ein Begriff von ihrer Wichtigkeit durch die von ihnen bewirkte Hinzufügung von Gestein zur Erdrinde aus früheren Angaben §. 73 bilden. Im Jahr 1759 ward eine Gegend der vulkanischen Distrikte in Mexiko von Juni bis August durch hohle Töne und durch eine Reihenfolge von Erdbeben erschreckt; im September brachen Flammen aus dem Boden und Stücke glühenden Gesteins wurden auf eine wunderbare Höhe emporgeschleudert. Es bildeten sich sechs vulkanische Kegel, von welchen der Jorullo der mittelste 1600 Fuß über die Erdfläche sich erhob und zu brennen fortfuhr, indem er Ströme basaltischer Lava bis zum Februar des nächsten Jahres entleerte. Kein anderer Kegel war weniger wie 300 Fuß hoch. Einundvierzig Jahre nach dem Ausbruch wurde der Ort von Humboldt besucht, welcher an der Grundlage Kegel fand, und eine von dort sich ausbreitende Gesteinmasse in der Höhe von 54 Fuß, die einen Raum von 4 Quadratmeilen einnahm und in allen Richtungen sich zur Ebene abdachte. Ein nachfolgender Ausbruch dieses Vulkans geschah 1819, bei welcher Gelegenheit die entladene Asche so reichlich war, daß sie die Straßen von Guanaxuato 6″ bedeckte, obgleich die Entfernung dieser Stadt vom Vulkan mehr als 37 Meilen betrug. Während des Ausbruchs des Sumbawa 1815, wurde die Asche 90 Meilen weit in der Richtung von Java und an 60 Meilen weit nordwärts nach Celebes in solcher Masse getragen, daß sie die Luft verdunkelte; man fand sie auf dem Ocean westlich von Sumatra schwimmend, wo sie in einer Entfernung von etwa 380 Meilen eine 2 Fuß dicke Masse bildete, durch welche die Schiffe sich nur mit Mühe einen Weg bahnen konnten. Ein Ausbruch des Skaptaa Jokul auf Island 1783 währte mit größerer oder geringerer Heftigkeit zehn Wochen lang, und rief die unheilvollsten Folgen hervor, wie man aus folgender Beschreibung der Veränderungen hinsichtlich der Oberfläche der Insel ersehen kann. „Die ursprüngliche Quelle,“ sagt Ansted, „und die wirkliche Ausdehnung der Strömungen von Gestein, hat sich noch nicht bestimmen lassen, allein der Strom, welcher das Bett des Skaptaa hinunterfloß, hatte 50 Meilen Länge und 12 oder

15 in größter Breite. In Bezug auf die Dicke war er sehr verschieden, oft 5 bis 600 Fuß in engen Kanälen, in den Ebenen selten mehr wie 100 und oft nicht über 10.“ Bei solcher Größe einzeln stehender Ausbrüche läßt sich die Ausdehnung von Veränderungen begreifen, welche während der letzten 1000 Jahre menschlicher Geschichte stattfanden; man kann keine Schwierigkeit haben, von neueren Feuerkräften auf diejenigen zu schließen, welche während der Trapp- und granitischen Zeit sich äußerten.

313. Die Produkte der Vulkane werden gewöhnlich als Lava, Obsidian, Bimsstein, Schlacken, Asche, Schlamm, Dampf und verschiedene Gase unterschieden, worunter salzsaures Gas, Kohlensäure und Schwefelwasserstoff am häufigsten sind. Lava ist der Name der geschmolzenen Gesteinmasse, welche aus thätigen Kratern hervordringt, und welche abgekühlt, Arten von vulkanischem Trapp, wie Trachyt, Basalt, Grünstein, Dolerit, je nach dem Betrag von Feldspath, Hornblende und Augit bildet, die jene Massen enthalten. Obsidian oder vulkanisches Glas ist eine glasige Lava von schwarzer Farbe, beinahe undurchsichtig, und von künstlichen Glasschlacken kaum zu unterscheiden. Bimsstein ist leicht porös und blasenartig, letzteres durch das Entweichen von Gas, als das Gestein in geschmolzenem Zustand war. Schlacken, glühende Asche, kalte Asche und dergl. bieten dieselbe mineralische Zusammensetzung, wie die feste Lava, und scheinen durch die Zerstreuung der flüssigen Gase vermittelst der verpuffenden Gase, durch Dampf und andere Gaskräfte bewirkt zu sein. Die Vermischung der Asche mit vulkanischer Asche bewirkt einen stinkenden Schlamm, welcher bisweilen aus den Spalten hervorquillt, oder in Strömen von beträchtlicher Heftigkeit ausgestoßen wird. Gasige Produkte dringen fortwährend aus thätigen Kratern, oder aus den Spalten erloschener. Dampf findet sich am häufigsten unter diesen; alsdann folgen schwefelartige Ausdünstungen, von welchen die schwefelhaltigen Ablagerungen stammen, die in großer Ausdehnung eine Anwendung in den Gewerben finden. Die Art, wie die Gesteinprodukte sich anordnen, ist höchst belehrend, da sie Thatsachen zu Schlüssen über die Bildung älterer Gesteine an die Hand gibt. Lava, die aus thätigen Kratern hervorkömmt, steigt in Strömen von den Bergseiten hinab, füllt Thäler aus, verstopft Flüsse, bedeckt Ebenen, und verbreitet sich, wenn sie in der Nähe des Meeres vorkömmt, auf dessen Boden, um dort mit neueren Ablagerungen bedeckt zu werden. Schlacken, Asche und

anderes leichtes Material weit umhergestreut und von den Winden auf weite Entfernungen fortgetragen, wird über Land und Meer verbreitet, bildet Lager beträchtlicher Dicke, die dann unter Wasser mit andern Schichten bedeckt werden. Lava kühlt sich regelmäßig ab; bisweilen zeigt sie trachytisches und porphyrisches Gefüge, geht bisweilen in körnigen Grünstein über und nimmt sogar bisweilen basaltisches Gefüge an. Hierdurch ergeben sich dieselben Vorgänge, wie Granit- und Trappzusammensetzungen entstanden und wie diese sich zu geschichtetem Gestein verhieten, und so kann man von gegenwärtig Vorhandenem auf das Alte und Dunkle schließen.

314. Die Ursachen der Vulkane, Erdbeben und anderer unterirdischer Bewegungen haben verschiedene Theorien veranlaßt, sind aber noch nicht genügend bestimmt worden. Die vorherrschendste Meinung setzt sie mit einer großen Quelle der Centralwärme in Verbindung, dem letzten Rückstand des glühenden Zustandes, worin einst die ganze Erde sich befand. Hiernach muß die Erdrinde von verschiedener Dicke sein, große Höhlen und Spalten enthalten, die durch die ungleiche Zusammenziehung bei der Abkühlung, und dann durch das unterirdische Feuer weiter entstehen mußten. Durch diese Spalten dringt das Wasser in die innere erhitzte Masse, Dampf und andere Gase entstehen, verpuffen und verursachen, in gewaltiger Bestrebung sich auszudehnen, die Erdbeben, welche um so erschreckender durch den zerspaltenen Zustand der Erdrinde und das nachgiebige Material werden, worauf dieselbe ruht. Gelegentlich dringen diese Gase durch Spalten und andere Oeffnungen als gasige Ausdünstungen oder als heiße Quellen und Springbrunnen, wie der Geyser in Island. Andererseits, wird die ausdehnende Kraft so gewaltig, daß sie die Erdrinde zerreißt, so folgen Lavaergießungen, Entladungen von glühendem Gestein, Asche, Staub und andere Dünste. Wiederholte Entladungen fester Stoffe bilden vulkanische Stoffe und Bergreihen. Vulkanische Ausbrüche brauchen nicht immer dort stattzufinden, wo der stärkste innere Druck vorhanden ist; denn Massen ausdehnender Dünste drücken gleicherweise auf die Rinde und auf die Flüssigkeiten im Inneren, so daß die letztere hinausgetrieben wird, wo nur immer Krater und Spalten vorhanden sind. Diese Theorie der Centralwärme wird durch den Umstand unterstützt, daß Feuererscheinungen auf allen Theilen der Erde gleicherweise vorkommen, und daß die meisten Krater in genauer Verbindung mit einander stehen, indem eine vulkanische Be-

wegung in einer Gegend gewöhnlich auch eine ähnliche in einer zweiten hervorruft. Die einzige andere Vermuthung, welche noch Anklang gefunden hat, erklärt die innere Wärme durch chemische Wirkung unter dem Material der Erdrinde. Einige metallische Grundlagen der Alkalien und Salzen, wie Potassium, verpuffen im Augenblick, wo das Wasser sie berührt, verbrennen, schmelzen und werden in eine glühende Masse verwandelt, die gewissen Laven nicht unähnlich ist. Diese Thatsache hat zu der Vermuthung geführt, daß solche metallische Grundlagen im Inneren der Erde vorhanden sind, daß Wasser dorthin eindrang, sie verpuffen und verbrennen ließ, wobei das Gestein, worunter sie vorkommen, schmolz, verschiedene Gase, Höhlen, Spalten, vulkanische Ausbrüche und andere Erscheinungen, die bei Erdbeben und Vulkanen sich zeigen, hervorbrachte. Da unsere Kunde von der Erdrinde in großen Tiefen noch sehr beschränkt ist, wissen wir wenig von den chemischen und magnetischen Wirkungen, die unter den Schichten vor sich gehen, und wir kennen ebensowenig die Versetzungen, die vielleicht in dem metallischen und erdigen Material geschehen; nach Allem aber, was wir wissen, scheint diese Theorie in keiner Weise der Größe der vulkanischen Erscheinungen zu entsprechen. Zwar findet sich unter den vulkanischen Erscheinungen nichts, was ihr bestimmt widerspricht, allein die Größe und Fortdauer vulkanischer Wirkung weist auf eine festere und gleichförmigere Quelle hin. Diese Quelle aber ist wahrscheinlich die innere Wärme oder der Rückstand des glühenden Zustandes, worin unser Planet sich zuerst befand.

Obsidian, wie Plinius sagt, nach dem Römer Obsidius benannt, der den Stein in Aethiopien zuerst fand, vulkanisches Glas verschiedener Farben, gewöhnlich schwarz, beinah undurchsichtig, von den schwarzen künstlichen Glasscheiben so wenig verschieden, daß man kaum den Unterschied bemerken kann. Er besteht chemisch aus Kiesel und Alaunerde mit etwas Pottasche und Eisenoxyd. Die alten Mexikaner gebrauchten ihn zu schneidenden Werkzeugen.

Schwefel, ein gelbes, bröckeliges Mineral, besonders in vulkanischen Gegenden, gegenwärtig hauptsächlich aus Sicilien, jedoch auch in westindischen Inseln und andern Theilen der Erde gewonnen. Gewöhnlich findet er sich auf Sicilien in Massen mit erdigen Anhäufungen, bisweilen auch krystallinisch an den Seiten von Erdspalten. Er ist verbrennbar, fest, nicht metallisch, schmilzt bei 226 Grad, gibt gerieben einen eigenthümlichen Geruch und entzündet sich bei 560 Grad, wobei er mit einer bläulichen Flamme verbrennt. Er findet starke Anwendung in der Medizin, noch mehr aber in Gewerben in Verfertigung der Schwefelsäure, der Zündhölzer, des Schießpulvers u. s. w. Chemisch ist er weit verbreitet, denn er findet sich in Verbindung mit Eisen, Kupfer, Blei und den meisten Metallerzen, wie auch in organischen Körpern. Obgleich er hauptsächlich aus vulkanischen Gegenden in den Handel kommt, kann ihn der Chemiker auf vielfache Weise hervorbringen, z. B aus Schwefeleisen u. s. w.

Vulkane sind thätig, wenn sie durch periodische Ausbrüche vom

unterirdischen Feuer Zeugniß geben; schlafend, wenn sie in historischer Zeit Bewegungen zeigten, aber jetzt ruhen; erloschen, wenn man keine historische Nachrichten ihrer Ausbruche hat.

Wiederholung.

315. Nachdem die verschiedenen Schichtenbildungen mit dem verbundenen, durch Feuer erzeugten Gestein, so weit es die in diesem Buche beabsichtigte Uebersicht erheischte, beschrieben worden sind, scheint es zweckmäßig, eine allgemeine Uebersicht der von Geologen bewiesenen Thatsachen zu geben, welche durch deren Bemühungen, die Geschichte unseres Planeten vollständig darzustellen, als bestimmt herausgestellt sind.

316. Von welcher Art auch die Beschaffenheit der Erdkugel vor dem Entstehen des Granites an gewesen sein mag, so ist der Schluß daraus gewiß, daß alle geschichteten Gesteinarten auf der Grundlage desselben ruhen. Bei granitischem Gestein findet man kein Zeugniß der Ablagerung, keine Linien der Schichtung und keine Fossilien; Alles ist massiv und in hohem Grade krystallinisch. Das granitische Gestein erhebt und durchbricht die überliegenden Schichten in solcher Weise, daß man über ihren Ursprung durch Feuerschmelzung keinen Zweifel hegen kann; dieser Ursprung ist jetzt allgemein anerkannt. Wäre der Granit ein verwandeltes Gestein, d. h. durch Schmelzung geschichteter Massen erzeugt, so würde sich einiges Zeugniß durch umschlossene Stücke von Schichten, durch Orte, wo die Schmelzung nicht vollkommen war und durch Spuren von Schichtungslinien erweisen; davon gibt einiges verwandeltes Gestein der sekundären Periode den Beweis. Wäre aber sogar die Schmelzung an jedem Theile vollkommen, so bleibt die Frage, woher stammte die Hitze? Dies führt zu dem Grundsatz, wovon die Geologie ausgehen muß: unser Planet habe sich zuerst im flüssigen Zustand befunden. Ob nun die Erde ursprünglich so gebildet war, oder ob äußere Wärme sie schmolz, so bleibt das Resultat dasselbe; sie muß eine Kugel geschmolzener Masse gewesen sein, die allmählig ihre Wärme in den umgebenden Stoff entweichen ließ und sich in der Art abkühlte, daß sie sich mit der Zeit mit einer steinigen Rinde umhüllte. Als diese Fläche sich unregelmäßig ausdehnte und zusammenzog, je nachdem Theile ihrer Oberfläche gute oder schlechte Wärmeleiter waren, mußte sie Spalten, Erhebungen und Senkungen bewirken; diese mußten nach unserem Maßstabe groß oder klein in Vergleich zu ihrem Umfange sein, eben so wie die

Schlacken auf der Oberfläche geschmolzenen Glases. Während diese Abkühlung vor sich ging, mußten die Gase, welche die Atmosphäre und das Wasser zu bilden vermögen, sich verdichten; das Wasser mußte die Höhlungen der Rinde füllen, aber durch innere Wärme und durch Wirkung der Sonnenstrahlen schnell verdunsten; die Abkühlung aber bildete ein Mittel zur Erzeugung von Dunst, Regen und andern meteorischen Erscheinungen. So war die verschiedene Wirksamkeit des Wassers, der Atmosphäre und des Feuers thätig, um die neugebildete Rinde zu verändern, und die lange Reihe von Wechseln hervorzurufen, welche die Geologie beachtet. Dies bildet die erste Zeit unseres Planeten — eine Zeit, worin er aller Bedingungen für Thier- und Pflanzenleben entbehrte.

317. Die Produkte der hierauf wirkenden Kräfte wären Gneiß- und Glimmerschiefersysteme. Der Regen, welcher auf die granitische Rinde fiel, die Ströme, welche von den Höhen herabflossen und die Flüsse, welche durch Thäler zogen, führten das abgeriebene Material in Landseen und Meere, wo neue Bildungen entstanden, welche aber von den vorhergehenden noch wenig verschieden waren; damals muß die Erdoberfläche noch wenig Halt gehabt, in einigen Orten sich erhoben haben und in anderen gesunken sein; Fluten geschmolzenen Granits umhüllten gelegentlich die neugebildeten Schichten; so kann man oft den Gneiß nur mit Schwierigkeit vom wahren granitischen Gestein unterscheiden. Im Verlauf der Zeit mußte die allmählige Abkühlung die Bildung fester machen, und den Ablagerungsstoff nicht nur regelmäßiger senken, sondern ihn auch von der Mischung des Feuergesteins entfernter halten. Solchen Stand der Materie entdecken wir im Glimmerschiefer, der feiner, blätteriger und in der Schichtung fortlaufender ist, wie der unten liegende Gneiß. Niemand kann an den Ablagerungscharakter des Gneiß und Glimmerschiefers zweifeln, welchen dies Gestein in seiner Lage beobachtet hat; sogar in kleinen Bruchstücken läßt sich dies erkennen; die Krystalle sind vom Wasser abgerieben und zerstückt, und bezeugen die Wirkung des Wassers, während im Granit jedes Krystall ganz bestimmt ist. Allerdings hat das Gestein beider Arten krystallinisches Gefüge und muß einem hohen Grade von Wärme ausgesetzt gewesen sein — einer Temperatur, welche Granaten im Glimmerschiefer bilden konnte, allein die Ablagerungslinien der Masse nicht zu vernichten vermochte. Ein anderes Zeugniß ihrer Ablagerung wird dadurch geboten, daß das letztere System aus Abwechslungen

verschiedener Schichten Glimmer, Talk, Chlorit, Schiefer, krystallinischem Kalkstein und Quarz besteht. Keine Pflanze und kein Thier fand sich in irgend einem der Systeme; deßhalb kann die Erde noch nicht so abgekühlt gewesen sein, daß sie organische Entwicklung gestattete. Dies bildet den zweiten geologischen Zeitabschnitt, worin Land und Wasser des Lebens entbehrte und wo unterirdische Aufregung stets vorhanden war, wie ungeheure Bergreihen, Gesteingänge und Adern, und andere Granitergießungen beweisen, womit die ersten Schichten durchrissen und verrückt wurden.

318. Die Zeit des Thonschiefers und der Grauwacke folgte, und wichtige Ereignisse traten in der Veränderung der Erde ein. Mineralogisch zeigt dies Gestein bestimmte Verschiedenheit von dem früheren. Das krystallinische Gefüge ist schwach; Thonzusammensetzungen bilden sich aus dem verwitterten Feldspath des Gneiß und Granit, Sandgestein aus Quarz und Trümmergestein aus Kieseln, die sich am Ufer der Meere ansammelten. Schichtung ist offenbar; häufiger Wechsel von Sandstein, Kalkstein und Schiefer ist vorherrschend. Alles das beweist eine verschiedene Wirksamkeit; Flüsse, Ebbe, Fluth und Wellen, Ablagerungen unruhiger Wasser und Anhäufungen durch heftige Ueberschwemmungen. Dies Gestein umschließt die Reste der niedrigen Schöpfung von Meergräsern, Pflanzen und Weichthieren. Hier begegnet man zuerst organischen Formen, Wesen, die nach denselben Gesetzen des Lebens regiert wurden, welche Pflanzen und Thiere jetzt bestimmen; diese Organismen sind zwar niederer Ordnung, allein vollkommen in ihrem Bau und ihrer Art, für die Zustände, worin sie lebten, eben so geeignet, wie die höchsten organischen Geschöpfe der jetzigen Natur. In allen ihren Theilen erkennt man den Zweck und die götttliche Weisheit, welche nichts Ueberflüssiges und Unvollständiges schafft. Die Gegenwart organischer Wesen zeigt eine große Verminderung der früheren Temperatur der Erde, das Vorhandensein seichter Meerufer, die sich zum Wuchs der Seepflanzen eigneten; einen Meerboden, der für das Leben der Korallenthiere passend war, und die Gegenwart von Kalk und Salzen im Meer, welche zur Erzeugung der kalkartigen Reste dienten. Die Ablagerung des Thonschiefers und der Grauwacke bildet eine dritte geologische Periode — eine Zeit verhältnißmäßiger Ruhe, worin Meergräser, Pflanzenthiere und Weichthiere gediehen, die aber noch nicht für Erd- und Pflanzenleben sich eignete.

319. Die nachfolgenden Bildungen, die silurische

und des alten rothen Sandsteins, zeugen von einer Ablagerung noch mehr wie die früheren. Sie bestehen aus Sandstein, Trümmergestein, Schiefer, Thon und Kalkstein, die mit einander so abwechseln, daß sie die Wirksamkeit verschiedenartiger Kräfte während ihrer Ablagerung erzeugen. Zu einer Zeit scheinen die Ströme Schlamm und Thon, zu einer andern Sand von verschiedener Feinheit herabgeführt zu haben, an einem Punkte brachten die Wellen und Ströme kieselsteinartige Trümmergesteine an das Meerufer, zu einer andern legten sie den feinsten Sand nieder, worauf die Grenze der durch Ebbe zurückweichenden Wasser bezeichnet ist; in einigen Gegenden wurde Kalkstein durch chemische Wirksamkeit niedergeschlagen, in anderen häufte er sich durch die Lebensäußerung der Korallen an. Während der Ablagerung dieses Gesteins entstand eine Veränderung im Klima und anderen atmosphärischen Verhältnissen des trockenen Landes, so daß es einen dürftigen Pflanzenwuchs tragen konnte; jetzt haben wir zum erstenmale Zeugniß vom Vorhandensein der Landpflanzen in den Resten von Schachtelhalmen, Farnkräutern und andern kryptogamischen Gewächsen. Die früheren Seegräser wachsen üppig; andere Arten kommen zu den Weichthieren und Pflanzenthieren hinzu; Krustenthiere und Fische zeigen neue charakteristische Züge in der Fauna der Erdkugel. Was die Landpflanzen betrifft, so sind ihre Reste nur unvollkommen, um eine Vorstellung vom Klima, von der Atmosphäre oder von Erhebung des Landes zu rechtfertigen; nur eines ist klar: es sind hauptsächlich Wasserpflanzen, die in niedrigen Lagen an den Seiten der Flüsse zu wachsen scheinen, deren Wasser die losgerissenen ins Meer zur Ablagerung führten. Die Seepflanzen sind beinahe von derselben Art wie die der Grauwacke, und wuchsen nur reichlicher, so daß sie den pflanzenfressenden Weichthieren reiche Nahrung gaben. Die silurischen Meere müssen an einzelnen Punkten von ungeheuren Massen von Korallen und Pflanzenthieren gefüllt gewesen sein, denn gewisse Kalksteine bestehen fast allein aus deren kalkartigen Aussonderungen, und unter diesen Strahlthieren erscheinen zuerst die Enkriniten. Neue und riesenhafte Arten kommen zu den Muschelthieren hinzu; Krustenthiere erscheinen in der Form des Trilobit; ein Mittelglied zwischen Krustenthieren und wahren Fischen bilden Pterichthys, Coccosteus und Cephalaspis; vollkommene Fische finden sich in Ganoidiern des alten rothen Sandsteins Holoptychius Osteolepis und andern. Alles dieses bezeugt einen großen Fortschritt im Leben der Erde; die

Zustände aber waren von den folgenden so verschieden, daß nur wenige die Zeit der Ablagerungen dieser Schichten überlebten. Diese bilden die vierte Periode der Erdgeschichte, eine Zeit gewöhnlicher Ruhe während der Bildung des silurischen Gesteins und des unteren grauen Sandsteins, die aber gelegentlich von vulkanischen Ausbrüchen und durch die Zwischenschichtung von Feuer erzeugtem Tuff unter den Ablagerungen unterbrochen wurde. Der färbende Stoff des rothen Sandsteines scheint ebenfalls vulkanische Störung anzudeuten, jedoch an Punkten, welche von den ablagernden Meeren sehr entfernt waren. Wie auch der Betrag der vulkanischen Störung bei Bildung dieser Systeme gewesen sein mag, so kann kein Zweifel über ihre Heftigkeit und Ausdehnung am Schlusse vorherrschen, als jene zu trockenem Lande erhoben wurden, als neue Bergketten sich bildeten und neue Meere für spätere Ablagerungen begrenzt wurden. Man muß aber beachten, daß die Feuerprodukte eine Veränderung in ihrer Zusammensetzung und in ihrem Anschein erlitten, welche eben so groß war, wie diejenige, welche zwischen Gneiß und Sandstein besteht. Die Produkte früherer Zeiten waren granitisch; jetzt findet sich Grünstein, Feldspath, Porphyr, Mandelstein und andere Trappprodukte. Keine Gesteinsysteme können einen vollkommneren Beweis von den Veränderungen in den inneren Massen der Erde darbieten; obgleich erstere gelegentlich das sekundäre Gestein durchbrechen, so läßt sich als bestimmt annehmen, daß die eigentlich granitische Zeit mit dem Schluß des alten rothen Sandsteins verschwunden war.

320. Die Bildung des kohlenführenden Systemes folgte und es traten die wichtigen Ereignisse in der Geschichte der Erde ein. Kalkstein, fossile Muschellager, Sandstein, Schieferthon, Kohlen und Eisenstein deuten auf eine große Mannigfaltigkeit und Verwickelung in den wirkenden Ursachen. Landseen, Flußmündungen und seichte Meere waren der Schauplatz der Ablagerung; riesenhafte Flüsse, periodische Ueberschwemmungen, Flutströmungen und Wellen waren die fortführenden Mittel; breite Flußebenen und Deltas ernährten Pflanzenwuchs; eine weite Ausdehnung kurz erhobenen Festlandes lieferte die Gesteintrümmer; neue Geschlechter von Pflanzen und Thieren wurden ins Leben gerufen, den Schauplatz zu bevölkern. Seegräser, Korallinen und Korallen waren reichlich an den Gestaden des Oceans verbreitet; letztere in solchem Ueberfluß, daß sie Kalklager in größerer Ausdehnung erschufen, wie die Korallenriffe des stillen Meeres. Freie

Strahlthiere, wie der Seestern, sind reichlich vorhanden; Muschelthiere des süßen Wassers und Meeres schwärmten in Millionen umher und ließen ihre Schalen zurück, um Bänke von mehren Fuß Dicke zu bilden; neue Arten von Krustenthieren kamen zu denen der silurischen Zeit hinzu. Insekten, Würmer und andere Gliederthiere erscheinen als neu in der Geschichte der Erde; Fische, zu riesenhaften Ordnungen von Raubfischen gehörig, sind in den Meeren und an den Flußmündungen häufig. Letztere gehören sämmtlich zu den Ganoidiern und Placoidiern; urtheilt man nach ihren Resten, so zeigen mehre einen Uebergang von wahren Knorpelfischen zu Reptilien. Am meisten charakteristisch für die Periode aber ist der beinahe unbegreiflich üppige Wuchs der Erdpflanzen, aus welchen die dem System eigenthümlichen Kohlenlager entstanden. Urtheilt man nach der vorhandenen Natur, so waren diese Pflanzen sämmtlich tropische: Palmen, Fichten, Farnbäume, Cactus, Schilf, Schachtelrohr, Binsen und verwandte Familien; viele haben keine Aehnlichkeit mehr mit vorhandenen Pflanzen. Jede Ebene, jeder Sumpf und jede Bergseite scheint den üppigen Wuchs gezeigt zu haben, und bezeugt somit Bedingungen der Feuchtigkeit, Temperatur, Atmosphäre u. s. w., welche dem Pflanzenwuchs zuträglicher waren, wie in irgend einer andern Periode. Dennoch war die Erde, ungeachtet ihres Grüns, der Abwechselung von Höhen und Thälern, Flüssen, Seen und Deltas, bei dem Uebermaß des Meerlebens nur eine üppige Wüste, denn sie selbst entbehrte des Lebens. Diese Periode zeigt eine andere Epoche der Erdgeschichte, die des üppigen Pflanzenwuchses, aber nur gewöhnlicher Ruhe, denn wir finden Beweise von Feuerwirkungen, die sich mehr oder weniger in der ganzen Schöpfung offenbaren. Die unterirdischen Feuer aber wirkten allein schwächer, um ihre starke Thätigkeit zu erneuern und um die wichtigsten Produkte der steinkohlenerzeugenden Zeit zum trockenen Lande zu erheben.

321. Neuer rother Sandstein und Magnesia-Kalkstein wurden während der Erschütterungen erhoben, welche auf das kohlenführende System unmittelbar folgten. Vor dem Anfang und gerade am Schluß der kohlenbildenden Periode zeigte sich eine große Bewegung durch unterirdisches Feuer. Die Höhen, worauf der Bergkalkstein ruht, die kegelförmigen und einzeln stehenden Erhebungen der kohlenführenden Schichten, mit allen ihren Zerreißungen, Erhebungen und Gesteingängen wurden durch diese Kräfte erzeugt. Jedes Steinkohlenlager gibt ein Zeugniß dieser

Wirkung; sie scheint lange Zeit fortgewährt zu haben, während welcher der üppige Pflanzenwuchs mit den meisten Pflanzenthieren, Weichthieren und Fischen unterging, welche die Wasser bevölkert hatten. Die Bildung neuer Schichten aber wurde nicht durch diese Störungen aufgehalten; neue Flüsse trugen in neue Meere die Ablagerungen von Sand, Thon und Schlamm; der Sandstein und Schieferthon dieser Periode ist aber nicht mehr der der früheren. Er ist sämmtlich stark gefärbt, umschließt wenig oder keine Pflanzenreste, enthält Lager von Gyps und Steinsalz, und wechselt mit Magnesiakalkstein. Alle diese Thatsachen weisen auf den Einfluß der Vulkane; der rothfärbende Stoff, die örtlichen Anhäufungen von Steinsalz, die Zusammensetzung und das Gefüge des Magnesiakalksteins sind die unmittelbaren Produkte; als diese Störungen vorübergingen, äußerte sich wieder die Schöpfungskraft, und vor dem Schluß der neuen Sandsteinzeit wurden manche Arten Fische und wahre Wasser-Reptilien ins Leben gerufen.

322. Die Zeit des Lias, Oolith und der Kreide war die der wiederhergestellten Ruhe. Die Schichten mit wenigen, sehr beschränkten Ausnahmen sind offenbar im Meere und an Flußmündungen gebildet, in ruhigem Wasser abgelagert und durch Wirkung des Feuers nicht gestört worden. Hätten wir eine Karte der Erdkugel von dieser Zeit, so würden wir eine Masse von Inseln erblicken, die mit seichten Meeren umringt waren; das Land trug einen tropischen aber nicht mehr üppigen Pflanzenwuchs, das Meer schwärmte von Fischen, Weichthieren und Reptilien. Die Atmosphäre war die jetzige, das Klima ein tropisches, worin neue Arten von Palmen, Cykadeen, Zapfenbäume wuchsen, unter welchen Muschelthiere mit Kammern, nackte Kopffüßler, Seeigel, Seesterne, neue zweiklappige Muscheln, zahlreiche riesenhafte Reptilien, Beutelthiere und Affen ins Dasein gerufen wurden. In allen diesen Formen entdecken wir eine größere Verwandtschaft mit den jetzigen, wie in den früheren, und dennoch hat wohl kein Geschlecht die Kreidebildung überlebt. Die Ablagerung der Oolithischen- und Kreidesysteme ist eine weitere Epoche in der Bildung unseres Planeten, während welcher mehre seiner Bewohner ausstarben, worauf andere Geschlechter folgten, die für die fortschreitenden Zustände sich besser eigneten. Die Periode war vorzugsweise die der Ruhe und erlitt allein am Schluß örtliche Störungen.

323. Die tertiären Schichten wurden unter Bedingungen abgelagert, die denen der Gegenwart noch näher

verwandt sind. Mit Ausnahme des Gypses und einiger Kalksteine, ist Kies, Sand, Mergel und Thon von denen neuerer Zeit kaum zu unterscheiden. Diese scheinen an Mündungen und in seichten Meeren gebildet worden zu sein, welche zu Zeiten vom Einfluß des Wassers abgeschnitten wurden, oder wenigstens so lagen, daß süßes Wasser als hauptsächlich wirksam vorherrschte. Keines dieser Becken ist ausgedehnt. Gewöhnlich nehmen dieselben flache Lagen ein und sind hinsichtlich der Oberfläche oder der Gestaltung von den gegenwärtigen Meeren nicht sehr verschieden. Die Erde scheint sich in dieser Zeit zu weiten Ebenen ausgedehnt zu haben, die reich an Grün und mit Gräsern, Gesträuch und Bäumen bekleidet waren, welche von den jetzigen nicht sehr verschieden sind. Säugethiere — Fleisch- und Kräuterfressende — von verschiedenen Formen und Größe, bevölkerten die Oberfläche, worin man sämmtlich die Urbilder gegenwärtiger Geschlechter erkennt. Auch Vögel kommen zu den Bewohnern der Erde hinzu, und die vorgefundenen lassen sich in jetzige Familien einreihen. Muschelthiere sind den jetzigen so ähnlich, daß manche auch in der Art als gleich erkannt wurden. Fische sind meist ausgestorbene Geschlechter, sind aber in Formen und Leben jetzigen Familien verwandt. Wallfische, Wallrosse, Robben, Schildkröten, Krokodille sind zahlreich und unzweifelhaft, so daß die tertiäre Zeit uns an den Rand der jetzigen führt. Diese Epoche ward durch eine weit ausgedehnte und allgemeine Störung geschlossen, wodurch das feste Land und der Ocean ihre jetzige Bildung erhielten. Diese Störung ward mit einer beinahe gänzlichen Vernichtung der Erdpflanzen und Thiere begleitet; ein entschiedener Wechsel der Temperatur trat in Gegenden der tertiären Schichten ein, und die Hervorbringung der allgemeinen angeschwemmten Anhäufung, wenigstens über den größeren Theil von Europa, bildet eine nicht zu verkennende Grenze zwischen der tertiären und jetzigen Zeit. Mit diesem System hört das unterirdische Feuer auf, Trappgestein zu entladen, welches von der silurischen Periode an sein unwandelbares Erzeugniß war. Allerdings läßt sich mancher tertiäre Trapp in geringem Maßstab von den Erzeugnissen neuerer Vulkane nicht unterscheiden, urtheilt man aber nach allgemeinem Verhältniß und Zusammensetzung, so findet sich ein weiter Unterschied zwischen dem Feuersystem der Gegenwart und dem Trapp, eben so, wie zwischen Trapp und granitischem Gestein.

324. Die gegenwärtige Zeit wird hinsichtlich des Gesteins durch Anhäufungen an der Oberfläche, Sand, Thon,

Mergel, Torfmoore, Muschellager, Korallenriffe u. s. w. repräsentirt, womit Jedermann bekannt sein wird. Manche dieser Ablagerungen sind sehr alt, und reichen in ihrem mineralischen und fossilischen Charakter an die tertiären Schichten. Sie sind sämmtlich locker und unregelmäßig über die Oberfläche verbreitet und offenbar abgelagert worden, seitdem die Erdrinde ihre jetzige Bildung erhielt. Jedoch muß man beachten, daß geologische Ruhe eigentlich nie vorhanden ist, denn Atmosphäre, Feuer, Wasser und Organismen setzen unaufhörlich ihre Wirkungen fort. Was wir eine Zeit nennen, ist nur eine Reihe von fortschreitenden Bewegungen, deren Ergebnisse so viel Aehnlichkeitspunkte bieten, daß man sie unter eine allgemeine Klasse einreihen kann. Sogar seit Begründung des jetzigen Zustandes sind große Veränderungen bewirkt worden. Theile von trockenem Lande wurden versenkt und Theile des Meerbodens wurden erhoben; Landseeen sind ausgefüllt worden, Flüsse haben ihren Lauf verändert und Berge sich erhoben; organische Wirksamkeit hat Torfmoore und Korallenriffe von erstaunlicher Ausdehnung erzeugt. Wir sehen, daß Pflanzen und Thiere bei Veränderung der Bedingungen, unter denen sie lebten, ausstarben; so auch ist der Anfang der gegenwärtigen Zeit durch Erschaffung neuer Familien bestimmt, welche für die Zustände der Gegenwart sich eignen. Dies sind die jetzigen Pflanzen und Thiergeschlechter, welche denselben Lebensgesetzen unterworfen, aber in Gewohnheit, Form und Art von denen anderer geologischen Perioden verschieden sind. Früher waren der Ordnungen, Geschlechter und Arten nur wenige, und die Masse der einzelnen Geschöpfe in denselben um so größer; jetzt sind die einzelnen Geschöpfe weniger zahlreich, aber Arten, Geschlechter und Ordnungen sind weit mannigfacher und verwickelter. So weit man nach Fossilien schließen kann, hat sich eine fortschreitende Entwicklung des Pflanzen- und Thierlebens vorgefunden; der Fortschritt war zwar nicht immer zur Vollkommenheit, denn das Pflanzenthier der silurischen Meere zeigt sich als vollkommener im Bau, wie das des stillen Meeres; allein der Fortschritt zeigt sich in so weit, daß höhere und mannigfachere Ordnungen stets ins Dasein gerufen wurden. Diese Ansicht, durch Alles, was in den Schichten früherer Zeit vorkömmt, bewiesen, wird auch durch die Gegenwart bezeugt, welche für sich ein noch höher organisirtes Wesen in Anspruch nimmt — jene Ordnungen sind mit Erschaffung und Verbreitung des Menschen gekrönt worden. In keiner der älteren Bil-

dungen fand man Reste des Menschen und seiner Werke; diese sind auf die neueste Anhäufung der Oberfläche beschränkt — auf die Massen vulkanischer Schlacken, Torfmoore und Flußsand.

325. Die Geschichte der Erde zeigt so eine lange Reihe der Abstufungen von Mineralien und Organismen, welche die Geologie bis jetzt nur unvollkommen darlegen konnte. Die geschichteten Bildungen, vom Gneiß an, bis zu der vorhandenen Oberfläche geben Zeugniß von den Zusammensetzungen und Anhäufungen derselben; ebenfalls das ungeschichtete Gestein — Granit, Trapp und vulkanische Zusammensetzung — durch die Ordnung, wie es vorkommt. Andererseits steigen Pflanzen und Thiere, vom einfachen Pflanzenthier bis zum Menschen, gleichsam aufwärts und erscheinen in den verschiedenen Zeiten, je nachdem neue Bedingungen ihre Entwickelung erlaubten. Wie ein System sich gleichsam in das andere hinüberformt, erscheint die Fauna und Flora des Einen in die des Anderen hineinzuleben, denn es finden sich stets gewisse Geschlechter, welche als Kettenglieder zwischen verschwindenden und neuen erstehen. Diese Vorstellung der Stufenfolge begreift nicht allein einen unaufhörlichen Wechsel im Gesteinmaterial der Erde, sondern auch den Umstand, daß gewisse Pflanzen und Thiere als Kettenglieder der belebten Natur stets hinausfallen. Dies ist der Fall in gegenwärtiger Zeit. Das Mastodon, Megatherium, Mammuth und andere große Dickhäuter, die aus der tertiären Zeit in die neuere Epoche übergingen, sind schon lange ausgestorben, und ließen ihre Knochen im Thon und im Kies unserer Thäler zurück. Das Elenthier, der Bär, wilde Eber, Wolf und Biber sind in Großbritannien ausgestorben; was in beschränkten Inseln stattfindet, muß langsamer aber dennoch auf großen Festlanden eintreffen. Der Dodo von Mauritius, der Dinornis und Apteryx von Neuseeland gehört jetzt nur noch der Geschichte an; dieselben Ursachen, welche das Aussterben dieser Thiere bewirkten, scheinen bald den Biber, Strauß, das Känguruh und andere Thiere mit dem Untergange zu bedrohen, deren Dasein in enger Grenze umschrieben, durch neue Zustnde gefährdet wird. Solche Thatsachen zugleich mit den zahlreichen Veränderungen der Erdoberfläche durch Flüsse, Seen, Meere, Torfmoore, Korallenriffe, Erdbeben und Vulkane beachtet, haben zu Vermuthungen geführt, welcher Zustand dereinst unsern Planeten erwarten mag.

326. Hinsichtlich der zukünftigen Geschichte unserer Erdkugel ist alle Vermuthung eitel; da sie den

zahlreichen früher beschriebenen verändernden Ursachen unterworfen ist, so müssen große Veränderungen stets fortschreitend sein, so daß die gegenwärtige Ansicht der Natur nicht dieselbe sein kann, welche letztere erst nach 1000 Jahren darbieten wird. Von welcher Art aber auch der Charakter und der Betrag dieser Wechsel sein mag, so können wir nicht bestimmen, welche neue Bedingungen erzeugt, welche Pflanzen und Thiergeschlechter dafür geeignet sein werden. Wir wissen allein, daß jede Veränderung, von welcher Art sie auch sein mag, in vollkommener Uebereinstimmung mit dem Glück des organischen Lebens stehen wird; das höchste Wesen, welches die Vergangenheit erhielt, wird die Zukunft schützen und leiten.

Wichtigkeit der Geologie.

327. Da der Gegenstand der Geologte darin besteht, die Natur des Materials der Erdrinde, dessen Anordnung und die Ursachen der letzteren darzulegen, so hat sie sowohl theoretische wie praktische Wichtigkeit. Die erstere besteht in der Anregung geistiger Thätigkeit, in der gesunden Uebung der Geistesvermögen, in den hohen Begriffen von Schöpfung, welche die Geologie erzeugt und in der festeren Ueberzeugung von den Verhältnissen des Menschen zur äußeren Natur, außerdem endlich in den tausendfachen Beweisen einer göttlichen Leitung. Praktische Wichtigkeit andererseits entsteht aus dem ökonomischen Nutzen, den sie dem civilisirten Leben ertheilt, durch dessen Hülfe man zu Schlüssen über Bergbau, Ingenieurkunst, Baukunst und Ackerbau gelangt.

328. In philosophischer Wichtigkeit steht die Geologie keiner andern Naturwissenschaft nach. Da eine genaue Lösung ihrer Aufgaben auf Botanik, Chemie und Zoologie beruht, so hat sie einen weiteren Bereich der Nachforschung, wie irgend eine andere einzelne Wissenschaft; als Geschichte der Erde umfaßt sie gewissermaßen das ganze Feld menschlicher Forschung. Ihr Studium ruft deßhalb nicht allein die Beobachtung des Vorkommenden hervor, sondern zugleich auch das Vermögen, auf die Quelle und Art des Vorkommens zu schließen. So kann sie aber auch mit abgeschmackten und phantastischen Theorien unvollkommener Kenntniß beladen werden — Theorien, die vor dem Licht der genaueren Beobachtung und des gesunderen Urtheils verschwinden. Indem die Geologie durch andere Wissenschaften wesentliche Unterstützung erhält, hat sie diesen Beistand ver-

golten; sie hat dem Chemiker zahlreiche Ideen erweckt, das Studium der Pflanzen und Thiere durch ihre Fossilien vervollständigt, welche gleichsam die verlorenen Kettenglieder in der Abstufung des Lebens ersetzen. Die Uebung des Urtheils wird ferner durch das geistige Vergnügen ihrer Nachforschungen erhöht. Das Studium der vorhandenen Natur ist auf Neues und Offenbares beschränkt; die Geologie nimmt einen kühneren Flug und enthüllt die Aufeinanderfolge des Zustandes der Welt bis auf die entferntesten Perioden; da jede Zeit mit ihrer besonderen Form des Lebens und des Pflanzenwuchses entfaltet wird, so kann kaum eine andere Forschung einen höheren Genuß verschaffen. Sowie Alles in der gegenwärtigen Natur Beweise göttlicher Weisheit darbietet, so gibt jede Enthüllung der Geologie Zeugniß über die unaufhörliche Wirksamkeit derselben erhaltenden Kraft.

329. Der praktische Nutzen der Geologie bezieht sich hauptsächlich auf den Bergbau, auf den Bau von Straßen, Tunnels, Kanälen, Häfen, Gebäuden u. s. w. und auf die Verbesserung des Ackerbaues. Beim Bergbau ist Kenntniß der Geologie bei jedem Schritte nothwendig. Besteht das gesuchte Produkt in Kohle oder Eisenstein, so kennt der Geolog die Lage dieser Schichten in der Erdrinde, die Natur des gewöhnlich damit verbundenen Gesteins, die Art der dort eingeschlossenen Fossilien und kann deßhalb den Bergmann mit niemals irrender Gewißheit leiten. Aus Mangel dieser Hülfe sind von Zeit zu Zeit ungeheure Summen auf die Aufsuchung von Mineralien verschwendet worden, indem man durch Stücke von schwarzem Schörl unter primärem Gestein, von kohlenhaltigem Schiefer in der Grauwacke, oder durch dünne Braunkohlenlager unter Lias und Oolith zur Nachsuchung von Steinkohlen verleitet wurde. Jetzt weiß der praktische Geolog, daß Steinkohle als bestimmte Bildung vor der kohlenführenden Zeit nicht vorhanden ist und hütet sich deßhalb vor der Thorheit, Kohlen im Thonschiefer oder altem rothen Sandstein zu suchen; er weiß auch, daß die Steinkohle nach dem Beginn des neuen rothen Sandsteins in bearbeitbaren Lagern nicht mehr vorkömmt, daß Braunkohle u. s. w. nur unbedeutende lokale Ablagerungen sind. Abgesehen davon, daß der Geolog die Lage der Steinkohlen, des Eisensteins und anderer nützlicher Mineralien bestimmt, leitet er auch den Bergmann durch alle von Verwerfungen, Gesteingängen u. s. w. bewirkten Hindernisse. Denn selbst diese, so unregelmäßig sie auch scheinen mögen, bieten ein gewisses Zeugniß ihrer Richtung

die das erfahrene Auge leicht entdeckt. Wie es sich mit den Handelsmineralien verhält, welche in Schichten vorkommen, so verhält es sich auch bis zu einem gewissen Grade mit den Erzen von Blei, Kupfer, Zinn, Silber und Gold, die man in Adern vorfindet. Diese Adern folgen einem gewissen Lauf in Bezug auf die große Erhebungsaxe, womit sie verbunden sind; sie werden durch Gesteingänge und andere Adern durchkreuzt und durch Verwerfungen verrückt; Alles dies kann der erfahrene Geolog bestimmen und hinzeichnen, so daß er fruchtlose Verschwendung von Arbeit und Kapital erspart.

330. Die Wichtigkeit der Geologie für den Civil=Ingenieur und Baumeister ist so offenbar, daß sie nur einer geringen Erläuterung bedarf. Durch eine gute Karte der Gesteinlagerungen, deren Schichten, Richtung und andere Einzelnheiten erlangt Ersterer eine sicherere Leitung für seine Richtung, wie durch die wenigen Angaben des Erdbohrers. Er erkennt die Natur des Gesteins, wodurch sein Werk hindurch soll, mag dasselbe eine Landstraße, ein Schienenweg oder Kanal sein; er kann mit Gewißheit die Kosten des Baues veranschlagen und die Mineralien benutzen, welche in der Nähe sich vorfinden, während derjenige, welcher mit der Geologie unbekannt ist, bei solchen Vortheilen blind vorübergeht. Der hiermit bekannte Ingenieur wird bei Anlegung einer Straße oder eines Schienenweges nicht allein die Leichtigkeit für den gegenwärtigen Bau benutzen, sondern auch nach der Beschaffenheit des Gesteins der Gegend den zukünftigen Nutzen derer im Auge halten, welche bei dem Werke betheiligt sind. Bei der Anlegung von Kanälen ferner, wo die Zurückhaltung des Wassers nothwendig ist, kann der Geolog in der Auswahl der Richtung bedeutenden Beistand leisten, wenn er die Natur und Senkung der Schichten, deren Zerbrechungen und Verrückungen im Auge behält. Er kann durch seine Kenntniß vom Gestein und dessen Lagen nicht allein die Verschwendung vom Wasser verhindern, sondern auch eine Richtung wählen, wo man neue Wasservorräthe von unten aus leicht erhalten kann. Sowie es sich mit Straßen und Kanälen verhält, verhält es sich mit Tunnels, Docks, artesischen Brunnen und anderen Unternehmungen, die man gewöhnlich dem Civil=Ingenieur anvertraut. Allerdings können solche Werke gut genug ohne Hülfe der Geologie vollendet werden, allein unzweifelhaft wird eine Kenntniß von den Folgerungen derselben wesentlich nützen, indem sie eine Gewißheit und Sicherheit ertheilt, wo man sonst allein Versuche und Irrthum vorfindet. Der

Beistand, welchen die Geologie dem Architekten leistet, ist nicht ganz so offenbar; der wirkliche Versuch ist die beste Prüfung von der Dauerhaftigkeit eines Bausteins. Durch Beobachtung der Wirkungen von Wetter, Wasser u. dgl. auf Schichten, die an natürlichen Durchschnitten bloßliegen, kann man jedoch die Brauchbarkeit eines Bausteins für besondern Zwecke erkennen. Der Betrag der Verwitterung, welche alte Gebäude erlitten, bietet ebenfalls einen sichern Probierstein; und der erfahrene Geolog, nicht der bloße Baumeister kann die Oertlichkeit und sogar die Schicht anzeigen, woher die Bausteine genommen waren. Somit äußert diese Wissenschaft sowohl auf die Baukunst unmittelbaren, wie auch mittelbaren Einfluß. Diese Thatsache hat das Parlament beachtet, als es eine zugleich aus Geologen bestehende Commission niedersetzte, um den Baustein zu bestimmen, welcher für die Errichtung der neuen Parlamentshäuser am passendsten sein würde.

331. Der Beistand, welchen die Geologie dem Ackerbau zu leisten vermag, bildet einen Hauptzug ihrer Wirksamkeit. Alle fruchtbaren Bodenarten bestehen aus zwei Bestandtheilen, organischen und unorganischen; erstere entstehen aus der Verwesung der Thier- und Pflanzenstoffe, letztere aus der Zersetzung des unmittelbar darunter liegenden Bodens oder des unteren Gesteins. Ohne ein gewisses Verhältniß organischen Stoffes ist kein Boden fruchtbar, allein ohne eine gehörige Beimischung unorganischer Zusammensetzungen wird jeder Versuch, Fruchtbarkeit hervorzubringen, nutzlos sein. Diese Zusammensetzungen sind hauptsächlich Lehm, Thon, kieselartige Erde und Magnesia mit gewissen Salzen von Eisen, Mangan, Pottasche und Soda, Stoffe, die man sämmtlich aus dem durch Feuer oder Ablagerung gebildeten Gestein, oder aus den dadurch erzeugten Anhäufungen der Oberfläche erhält. Der Landwirth nun kann eine bleibende Verbesserung seines Bodens dadurch bewirken, daß er die besonderen Bestandtheile herschafft, woran sein Boden Mangel leidet. Um dies thun zu können, muß er die Zusammensetzung des am meisten vorherrschenden Gesteines und den Ort, wo es vorkommt, kennen, mit andern Worten, er muß mit der geologischen Karte seines Vaterlandes bekannt sein. Außer dieser Beimischung unorganischer Stoffe, gibt es noch andere Bedingungen der Fruchtbarkeit: Leichtigkeit der Abtrocknung, Fähigkeit Feuchtigkeit zurückzuhalten, unschädliche Beschaffenheit des unmittelbar untenliegenden Bodens, und Kraft, Wärme anzuziehen und auszustrahlen. Boden über Trapp

und Kalkstein erfordert weniger Abtrocknung wie der über Kohlenlagern, salzführendem Mergel oder Waldthon, weil das erstere Gestein voll Löcher und Spalten ist, während das letztere hauptsächlich aus festhaltendem und undurchbrochenem Thon besteht. Land, das an sich trocken ist, läßt sich ferner durch Quellen bewässern, die in irgend einer Verwerfungslinie vorhanden sind. Der Landwirth, wenn er mit geologischen Schlüssen bekannt ist, kann diese Quellen wohlfeil an ihren Ursprung leiten, während der Unwissende mit Mühe sein ganzes Feld nach Quellen durchwühlen, und doch zuletzt erkennen wird, daß sein Verfahren das weniger erfolgreiche war. Dies sind bloße Andeutungen über den Nutzen, welchen die Geologie dem Landmann gewähren kann, die übrigens leicht zu hoch angeschlagen werden, wenn der Landwirth nicht zugleich mit Entdeckungen der Chemie- und Pflanzenphysiologie bekannt macht.

332. Man darf jedoch nicht glauben, daß die Geologie allein im Bergbau, im Ingenieurwesen, in Baukunst und Landwirthschaft von praktischem Nutzen ist; jeder Einzelne kann in Gelegenheit kommen, die daraus gezogenen Schlüsse zu benutzen. Der Kapitalist, welcher in Land spekulirt, der Agent, welcher den Verkauf besorgt, der Statistiker, Reisende und Forscher kann Belehrung aus dieser Quelle schöpfen, z. B. man nehme einen Fall der Auswanderung: Zwei Personen mit gleichem Kapital wandern nach Neuseeland oder nach dem Westen der Vereinigten Staaten aus. Der Eine, mit Geologie unbekannt, läßt sich auf einem Orte in schönster Gegend und mit fruchtbarstem Boden nieder; der Andere, mit der Wissenschaft vertraut, wählt sich eine lang verschmähte Strecke aus, von ödem Anschein aber reich an Steinkohlen, Kalkstein, Kupfer oder Blei, welches seine geologische Kenntniß ihn sogleich entdecken ließ. Der Eine bezahlt einen hohen Preis und arbeitet jährlich um die ihn lohnende Ernte zu erlangen; der Andere erhält das von ihm ausgewählte Land für eine Kleinigkeit, macht sich in wenigen Jahren ein großes Vermögen und verkauft wieder sein Eigenthum, wenn Straßen und Kanäle in der Nähe gebaut sind, um den fünfzigfachen Betrag des Kaufpreises. Solche Umstände sind gar nicht selten. Sogar unser Vaterland zeigt Beispiele, wo Güter, mit Unkenntniß ihres Mineralwerthes verkauft, 10 oder 20,000 Pfd. einbrachten, wofür man nach 10 Jahren den fünfzigfachen Preis anbot, der jedoch zurückgewiesen wurde.

333. Die Vortheile, welche die Geologie dem civilisirten Leben gewährt, müssen bei der flüchtigsten Uebersicht

als offenbar in die Augen fallen, und dennoch hat man sie kaum erst seit 50 Jahren als Wissenschaft anerkannt. Vor dieser Zeit war sie durch abgeschmackte Theorien verdunkelt, welche ihr den üblen Ruf zuzogen, eine Beschäftigung für Träumer zu bilden; jetzt aber besteht sie durch den sorgfältigen Fleiß ihrer Forscher als einer der wichtigsten Zweige menschlichen Wissens. Man lehrt sie auf höheren und niederen Anstalten, verbreitet die geologische Kunde in Schriften und in Hörsälen und jede aufgeklärte Regierung sucht diese Wissenschaft vorzugsweise zu befördern. Wie andere Wissenschaften bietet sie noch ein weites Feld für die Erforschung, denn noch viele Schwierigkeiten sind zu überwinden und Vorurtheile zu beseitigen. Da sie mit Allem, was dem Menschen wichtig und interessant ist, in Verbindung steht, so ist wenig Besorgniß vorhanden, daß man ihren Zweck — eine vollständige physische Geschichte unseres Planeten — nicht erreichen wird.

Inhalt.

	Seite
Allgemeiner Bau und Verhältnisse der Erdkugel	9
Gestalt	10
Dichtigkeit	10
Temperatur	11
Bildung der Oberfläche	15
Vertheilung von Land und Wasser	16
Beschaffenheit des Oceans	19
Atmosphäre	20
Planetarische Verhältnisse	21
Ursachen, welche den Bau und die Verhältnisse der Erdkugel verändern	23
Wirkende Kräfte der Atmosphäre	24
" " des Wassers	30
" " des Feuers	36
Organische Wirksamkeit	42
Wiederholung der verändernden Ursachen	46
Mineralstoffe, welche die Erdrinde bilden	48
Mittel geologischer Nachforschung	54
Formen der Schichtung	56
Lager ungeschichteten Gesteins	57
Oryctologie, Lehre von den Fossilien	59
Versteinerung, Bituminisation, Metallisation . . .	60
Fossile Botanik und Zoologie	62
Eintheilung der Gesteinformation	65
Granitische Grundlage oder primäres Gestein	73
Gneiß und Glimmerschiefersystem	77
Thonschiefer, Grauwacke und silurische Systeme . . .	82
System des alten rothen Sandsteins	93
Eintheilung fossiler Fische	101
Kohlenführendes System	104
Bergkalkstein	105
Kohlenführende Schichten	110
System des neuen rothen Sandsteins	123
Oolithisches System.	
Lias, Oolith und Waldgruppe	130

	Seite
Kreidesystem	140
Tertiäre Schichten	145
Anhäufungen der Oberfläche	154
Erratische Blöcke	156
Knochenführender Sand und Kies	160
Knochenführende Höhlen, Spalten und Breccia	162
Erhobener Strand, Wälder unter dem Meerwasser . .	164
Meeranschwemmungen, Triebsand, Kiesufer u. s. w. . .	167
Ablagerungen und Anhäufungen im Meer	169
Terrassen in Thälern	170
Ablagerungen in Thälern	172
Deltas und Ablagerungen an Flußmündungen . . .	173
Ablagerungen in Landseeen	177
Chemische und mineralische Ablagerungen	180
Torfmoore, Jungeln, Pflanzenanschwemmung . . .	182
Muschelbänke, Korallenriffe u. s. w.	187
Bodenarten	195
Erdbeben und Vulkane	198
Wiederholung der geschichteten Systeme	204
Wichtigkeit der geologischen Wissenschaft	214

In demselben Verlage sind erschienen und in allen Buchhandlungen zu haben:

Die

Wunder der Erdrinde,

oder

gemeinfaßliche Darstellung der Mineralogie und Geologie, mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung auf Künste und Gewerbe.

Von

Carl Hartmann.

Mit vielen Abbildungen.

gr. 8. 1838. 3 fl. 36 kr. oder 2 Rthlr. 7½ Ngr.

Die

Schöpfungswunder

der Unterwelt.

Interessante Schilderungen der berühmtesten Höhlen, Quellen, Erdbeben, Vulkane, Bergwerke, Versteinerungen und anderer Merkwürdigkeiten für Alt und Jung.

Von

Carl Hartmann.

Mit vielen Abbildungen.

2 Bände. 8. 1841. 2 fl. 24 kr. oder 1 Rthlr. 15 Ngr.

In demselben Verlage sind erschienen und in allen Buchhandlungen zu haben:

Vollständiger

Himmels-Atlas

für

Freunde und Liebhaber der Sternkunde,

nach

den vorzüglichsten Hülfsmitteln und eigenen Beobachtungen gezeichnet von

Karl Friedrich Vollrath Hoffmann.

Gestochen von W. Pobuda und J. Rees.

32 Blätter in groß Quer-Folio.

3 fl. 12 kr. oder 2 Rthlr.

Der

innern Gebirgswelt

Schätze und Werkstätten.

Oder

gemeinfaßliche Darstellung der Bergbaukunde.

Von

Carl Hartmann,

herzoglich braunschweigischer Bergkommissar.

Mit vielen Abbildungen.

Eleg. Ausstatt. gr. 8. br. 1 fl. 45 kr. od. 1 Rthlr.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Page, David

Die Geologie zum Selbst- und Schulunterricht

Stuttgart 1846

Regensburg, Staatliche Bibliothek -- 999/Polym.45(1/15
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11112504-1